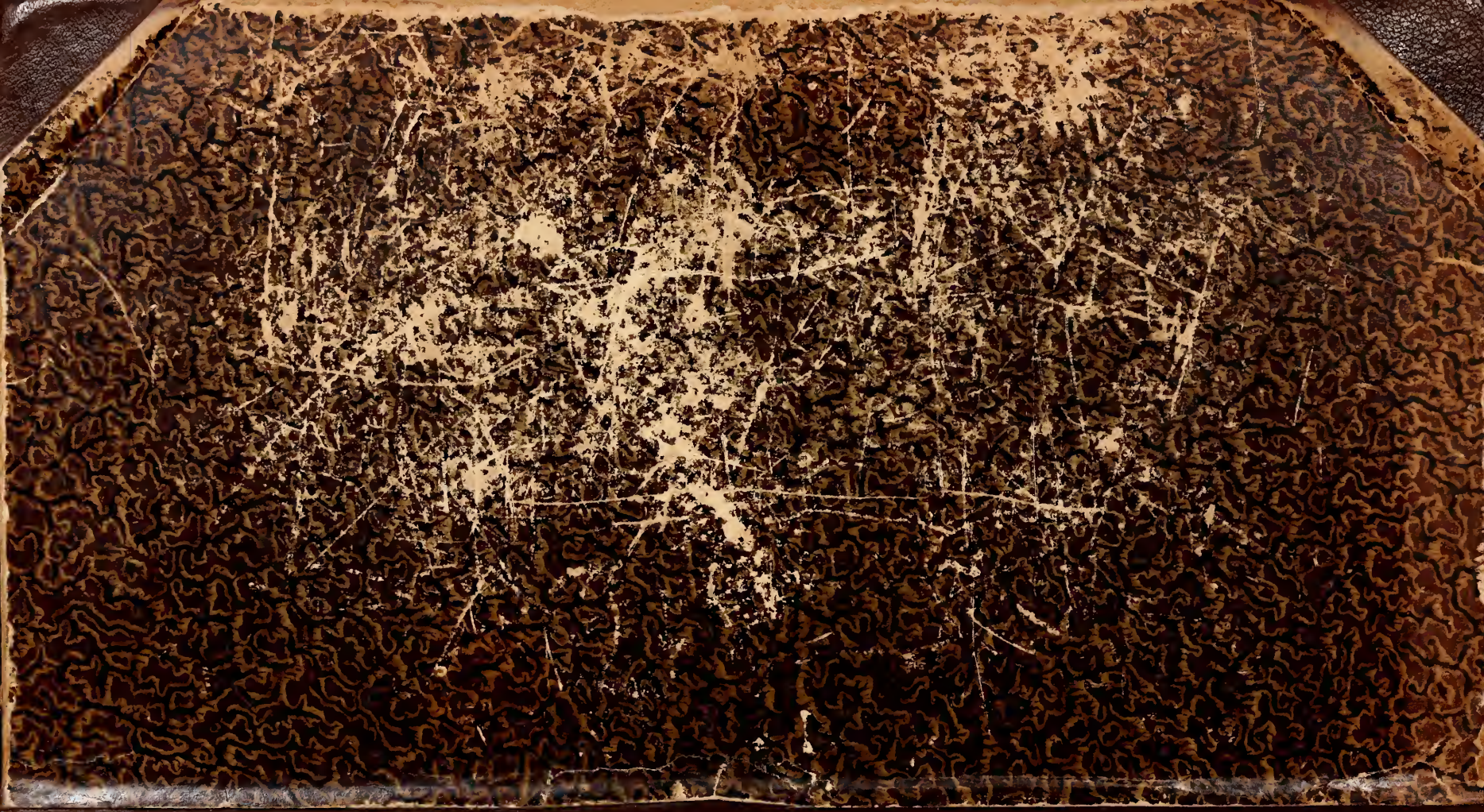


MARINE BIOLOGICAL LABORATORY.

Received 1928

Accession No. 28680

Given by Dr. Louis Murbach

Place, Castleton, Vermont

*** No book or pamphlet is to be removed from the Laboratory without the permission of the Trustees.

K. F. Koehler's Antiquarium
LEIPZIG
Universitätsstrasse 26.
Specialgeschäft für Philologie
und Naturwissenschaften.
Filiale: BERLIN W., Unter den Linden 41.

Leipzig
5.5.1893
M. 1.350
L. Murbach.

MBL/WHOI
0 0301 0014670 0

590.2
C58

LEHRBUCH

DER

ZOOLOGIE

VON

Dr. C. CLAUS,

O. Ö. PROFESSOR DER ZOOLOGIE UND VERGL. ANATOMIE AN DER UNIVERSITÄT WIEN,
DIRECTOR DER ZOOLOGISCHEN STATION IN TRIEST.

FÜNFTE UMGEARBEITETE UND VERMEHRTE AUFLAGE.

MIT 869 HOLZSCHNITTEN.

MARBURG.
N. G. ELWERT'SCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG.
1891.

Alle Rechte vorbehalten.

Die Verlagsbuchh

VORWORT

ZUR FÜNFTEN AUFLAGE.

Mit der vorliegenden Bearbeitung hat das Lehrbuch, welches in den ersten vier Auflagen den Titel „Grundzüge der Zoologie“ führte, von da an aber in abgekürzter Form als „Lehrbuch der Zoologie“ ausgegeben wurde, seine neunte Auflage erfahren und ist in das letzte Jahr seines fünfundzwanzigjährigen Bestehens eingetreten. Obwohl ich bemüht war, eine Vergrösserung des Textes möglichst zu vermeiden, so konnten doch bei dem Bestreben nach wissenschaftlicher Vertiefung an zahlreichen Stellen Zusätze und Aenderungen nicht umgangen werden, welche im Vereine mit der zweckmässig erscheinenden Einschaltung neuer Holzschnitte eine nicht unbedeutende Vermehrung der Seitenzahl mit sich brachten. Ich hege jedoch die Hoffnung, dass sich das Buch auch in dieser wiederum verstärkten Form die wohlwollende und günstige Aufnahme, deren sich dasselbe bislang zu erfreuen hatte, erhalten und insbesondere in den Kreisen der Studirenden, welche es mit der Einführung in unsere Wissenschaft Ernst nehmen, die seitherige Verbreitung bewahren wird. Wenn es auch nur ein kleiner Theil des Inhaltes ist, dessen Kenntniss für viele Studirende, insbesondere für die der Medicin, zur Ablegung der Prüfung ausreicht, so wird derselbe doch erst im ganzen Zusammenhange der Darstellung zum vollen Verständniss gelangen. Die speciellen Abschnitte mögen vielen nur als Erläuterung und zu Belegen für den allgemeinen Theil dienen, welcher in die Wissenschaften der Morphologie und Physiologie der Thiere eine Einleitung auf breiterer vergleichender Grundlage bietet. Daher schien mir denn auch eine näher eingehende, gründlichere Darstellung mehr wünschenswerth, als eine kürzere, oberflächlichere Behandlung, welche, wie mehrere nach dem Muster meines seit Jahrzehnten eingebürgerten Buches unter starken Abkürzungen ausgeführte freie Uebersetzungen, oder auch in deutscher Sprache veröffentlichte, beziehungsweise unter Abänderungen wieder in's Deutsche zurückübersetzte, den Studirenden als Leitfäden angepriesene Nachahmungen

zeigen, nur auf Kosten einer gleichmässigen und wissenschaftlichen Durchführung zu erreichen ist und den Anforderungen eines wissenschaftlichen Lehrbuches nicht mehr entspricht.

Es gereicht mir denn auch zur besonderen Befriedigung, dass die von mir eingeschlagene Behandlungsweise auch ausserhalb Oesterreichs und des deutschen Reiches Billigung und Anerkennung gefunden hat, wofür die zahlreichen Uebersetzungen in das Französische (mit drei Auflagen), Englische und Russische (mit je zwei Auflagen), sowie die in diesem Jahre begonnenen italienischen und spanischen Uebersetzungen (Montaner und Simon, Barcelona) erfreuliche Belege sind.

Die Drucklegung begann bereits Anfang 1889, hat also fast $1^3/_4$ Jahre in Anspruch genommen, ein Umstand, welcher die Nichtberücksichtigung einzelner Arbeiten der jüngsten Zeit erklärt und in einzelnen Capiteln der niederen Thiere Berichtigungen nothwendig macht. (Vergl. pag. 959.)

Zu besonderem Danke fühle ich mich wiederum Herrn Professor Dr. C. Grobben verpflichtet, welcher mit der ihm eigenen Umsicht und Sorgfalt die Correctur überwachte.

Wien, im October 1890.

Der Verfasser.

INHALTSVERZEICHNISS.

Allgemeiner Theil.

Seite

Organische und anorganische Naturkörper 1
Thier und Pflanze 6
Die Organisation und Entwicklung des Thieres im Allgemeinen 14
Individuum. Organ. Stock 15
Zelle und Zellengewebe 20
Zellen und Zellenaggregate 24
Die Gewebe der Bindesubstanz 30
Muskelgewebe 38
Nervengewebe 40
Grössenzunahme und fortschreitende Organisirung. Arbeitstheilung und Vervollkommnung 42
Correlation und Verbindung der Organe 45
Die zusammengesetzten Organe nach Bau und Verrichtung 47
Organe der Nahrungsaufnahme und Verdauung 48
Organe des Kreislaufes 54
Athmungsorgane. Kiemen 64
Lungen. Tracheen. Tracheenkiemen 65
Athembewegungen 67
Wärmeproduction 68
Harnorgane 69
Animale Organe 73
Skeletbildungen 74
Nervensystem ..... —
Sinnesorgane 78
Tastsinn ..... —
Gehör 79
Sehen 81
Geruch 87
Geschmack ..... —
Elektrische Organe 88
Psychisches Leben und Instinct 91
Fortpflanzung und Geschlechtsorgane 93
Urzeugung ..... —

28680

Seite

Cestodes 361
Nemertini (Rhynchocoela) 374
Palaeonemertini 377
Schizonemertini ..... —
Hoplonemertini 378
Nemathelminthes ..... —
Nematodes 379
Chaetognatha (Sagitta) 393
Acanthocephali 394
Annelides 397
Chaetopoda 401
Polychaetae 408
Errantia 411
Sedentaria 413
Oligochaetae 415
Terricolae 418
Limicolae ..... —
Gephyrei 419
Chaetifera 422
Achaeta 424
Hirudinei 427
Rotatoria 432
Echinoderidae 436
Gastrotricha ..... —
Arthropoda, Gliederfüssler 437
Crustacea 443
Entomostraca 450
Phyllopoda ..... —
Branchiopoda 452
Cladocera 453
Ostracoda 456
Copepoda 461
Gnathostomata 467
Parasita ..... —
Branchiura 468
Cirripedia 470
Pedunculata 475
Operculata 476
Abdominalia ..... —
Apoda ..... —
Rhizocephala ..... —
Malacostraca 478
Leptostraca 479
Archaeostraca 481
Arthrostraca ..... —
Amphipoda 483
Laemodipoda 486
Crevettina ..... —
Hyperina 487
Isopoda 488
Aisopoda 491

Seite

Anisopoda 492
Thoracostraca ..... —
Cumacea 500
Stomatopoda 505
Schizopoda 505
Decapoda 507
Makrura 509
Anomura ..... 5[illegible]
Brachyura 511
Merostomata 513
Xiphosura 514
Arachnoidea 517
Scorpionidea 520
Pseudoscorpionidea 523
Solifugae ..... —
Pedipalpi 524
Aranéida 525
Phalangiida 532
Acarina 534
Pycnogoniden 539
Tardigrada 540
Linguatulida 541
Onychophora 543
Myriopoda 545
Chilopoda 550
Chilognatha ..... 55[illegible]
Hexapoda 553
Apterogenea ..... 58[illegible]
Orthoptera ..... 58[illegible]
Pseudoneuroptera 591
Neuroptera 595
Trichoptera 597
Rhynchota ..... —
Aptera 599
Phytophthires ..... —
Homoptera-Cicadaria ..... 60[illegible]
Hemiptera ..... 60[illegible]
Diptera ..... —
Brachycera 606
Nemocera 608
Siphonaptera ..... 60[illegible]
Lepidoptera 610
Coleoptera 616
Strepsiptera 621
Hymenoptera 622
Terebrantia 625
Aculeata 627
Mollusca, Weichthiere 631
Solenogastres 637
Lamellibranchiata 639
Palaeoconchae 649

Seite

Desmodontes 649
Taxodontes 650
Heterodontes ..... —
Anisomyaria 651
Scaphopoda 652
Solenoconchae 654
Gastropoda ..... —
Placophora 665
Prosobranchia 666
Cyclobranchia 667
Zeugobranchia ..... —
Ctenobranchia 668
Heteropoda 670
Pulmonata 672
Opisthobranchia 673
Tectibranchia 674
Nudibranchia ..... —
Saccoglossa ..... —
Pteropoda 675
Thecosomata 677
Gymnosomata ..... —
Cephalopoda ..... —
Tetrabranchiata 687
Dibranchiata 688
Decapodida 689
Octopodida ..... —
Molluscoidea, Molluscoideen 690
Bryozoa ..... —
Endoprocta 695
Ectoprocta 696
Lophopoda ..... —
Stelmatopoda 697
Brachiopoda 698
Ecardines 701
Testicardines 702
Tunicata, Manteltliiere ..... —
Thethyodea 706
Copelatae 714
Ascidiae simplices ..... —
Ascidiae compositae 715
Ascidiae salpaeformes ..... —
Thaliacea 717
Desmomyaria 721
Cyclomyaria 722
Vertebrata, Wirbelthiere ..... —
Pisces 740
Leptocardii 758
Cyclostomi 761
Elasmobranchii 764
Holocephali 768
Plagiostomi 769

Seite

Ganoidei 770
Teleostei 772
Lophobranchii 773
Plectognathi ..... —
Physostomi 774
Anacanthini 776
Acanthopteri ..... —
Dipnoi 778
Monopneumona 780
Dipneumona 781
Amphibia ..... —
Apoda 791
Caudata 793
Ichthyoidea 794
Salamandrina 795
Batrachia 796
Reptilia 799
Plagiotremata 811
Kionocrania 813
Crassilinguia ..... —
Brevilinguia 814
Fissilinguia 815
Rhynchocephala 816
Saurii ..... —
Vermilinguia 817
Annulata 818
Ophidia ..... —
Opoterodonta 821
Colubriformia 822
Proteroglypha ..... —
Solenoglypha 823
Hydrosauria ..... —
Enaliosauria 825
Crocodilia ..... —
Procoelia 827
Chelonia ..... —
Aves 831
Carinatae 858
Natatores ..... —
Grallatores 860
Gallinacei 862
Columbinae 863
Scansores 865
Passeres 866
Raptatores 870
Ratitae 871
Struthiomorphi ..... —
Apterygia 872
Mammalia 874
Monotremata 899
Marsupialia 901

	Seite
Pedimana	904
Rapacia	—
Carpophaga	905
Poëphaga	—
Rhizophaga	906
Placentalia	—
Cetacea	910
Edentata	913
Condylarthra	915
Perissodactyla	917
Artiodactyla	923
Bunodonta	924
Selenodonta	926
Sirenia	931
Proboscidea	932
Lamnungia	933
Rodentia	934
Carnivora	937
Pinnipedia	941
Insectivora	943
Chiropterae	945
Prosimiae	948
Primates	950
Arctopitheci	952
Platyrrhini	953
Catarrhini	—
Der Mensch	954
Berichtigungen	959

emeiner Theil.

Organische und anorganische Naturkörper.

In der Welt, welche sich unseren Sinnen offenbart, unterscheidet man ebende, organische, und leblose, anorganische Körper. Die ersteren, die Thiere nd Pflanzen, erscheinen in Zuständen der Bewegung und erhalten sich unter annigfachen Veränderungen, sowohl ihrer gesammten Form als ihrer Theile, ter stetem Wechsel der sie zusammensetzenden Stoffe. Die anorganischen örper dagegen befinden sich in einem Zustande beharrlicher Ruhe, zwar nicht thwendig starr und unveränderlich, aber *ohne jene Selbstständigkeit der Bewegung, welche sich im Stoffwechsel ausspricht.* Dort erkennen wir eine Organiation, eine Zusammensetzung aus ungleichartigen Theilen (Organen), in denen e Stoffe chemische Veränderungen erfahren, hier beobachten wir eine mehr leichartige, wenn auch nach Lage und Verbindungsweise der Moleküle nicht mmer homogene Masse, deren Theile so lange in ruhendem Gleichgewichte ihrer räfte beharren, als die Einheit des Ganzen ungestört bleibt. Im anorganischen Körper, im Krystalle, befindet sich die Materie im stabilen Gleichgewicht, während sich durch das organische Wesen ein Strom von Materie ergiesst.

Zwar sind auch die Eigenschaften und Veränderungen der lebenden Körper en chemisch-physikalischen Gesetzen streng unterworfen, und man weist diese bhängigkeit mit dem Fortschritte der Wissenschaft immer schärfer nach, allein s müssen doch eigenthümliche, ihrer Natur nach unbekannte materielle nordnungen und insbesondere in ihrem Wesen unerklärte Bedingungen für den rganismus zugestanden werden. Diese Bedingungen, welche man als *vitale* zeichnen kann, ohne deshalb ihre Abhängigkeit von materiellen Vorgängen in rage zu stellen, unterscheiden eben den Organismus von jedem anorganischen örper und beziehen sich 1. auf die Art der Entstehung, 2. auf die Art der rhaltung, 3. auf die Form und Structur des Organismus.

Die Entstehung lebender Körper kann nicht durch physikalisch-chemische gentien aus einer bestimmten chemischen Mischung unter bestimmten edingungen der Wärme, des Druckes, der Elektricität etc. veranlasst werden e setzt vielmehr erfahrungsmässig die Existenz gleichartiger oder mindestens ehr ähnlicher Wesen voraus, aus denen sie auf dem Wege der elterlichen eugung erfolgt. Eine selbstständige elternlose Zeugung (*generatio aequivoca*, rzeugung) scheint bei dem Stande unserer Erfahrungen selbst für die einfachsten

und niedersten Lebensformen als gegenwärtig wirksam nicht nachweisbar (Pasteur), wenngleich noch in neuerer Zeit einzelne Forscher (Pouchet) durch Resultate bemerkenswerther, aber zweideutiger Versuche zu der entgegengesetzten Ansicht geführt worden sind. Die Existenz der *generatio aequivoca* würde unserem Streben der physikalisch-chemischen Erklärung einen sehr wichtigen Dienst leisten, *sie erscheint sogar als nothwendiges Postulat, um das erste Auftreten der Organismen zu erklären.*

Das zweite und wichtigste Merkmal des Organismus, an welches sich die Erhaltung des Lebens knüpft, ist der beständige Verbrauch und Ersatz der den Leib zusammensetzenden Materie, *der Stoffwechsel.* Jede Wachsthumserscheinung setzt Aufnahme und Veränderung materieller Bestandtheile voraus; jede Bewegung, Absonderung und Lebensäusserung beruht auf Umsatz von Stoffen auf Zerstörung und Neubildung chemischer Verbindungen. An die wechselnde Zerstörung und Erneuerung der Stoffverbindungen knüpfen sich *Nahrungsaufnahme und Ausscheidung* als nothwendige Eigenschaften des Lebendigen.

Vornehmlich sind es die (wegen ihres Vorkommens im Organismus so genannten) *organischen* Substanzen, die ternären und quaternären zusammengesetzten *Kohlenstoff*-Verbindungen (jene aus Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff, diese ausser den drei Stoffen noch aus Stickstoff gebildet), und unter den letzteren wiederum die *Eiweisskörper,* welche im Stoffwechsel einen Umsatz erleiden und entweder (Thier) unter dem Einflusse der Oxydation in Substanzen einfacherer Zusammensetzung gespalten oder (Pflanze) erst durch Substitutio aus einfacheren und in letzter Instanz anorganischen Substanzen aufgebaut werden. Wie aber die allgemeinen Grundeigenschaften (Elasticität, Schwere, Porosität) des Organismus mit denen der anorganischen Körper so durchaus übereinstimmen, dass es möglich wurde, eine allgemeine Theorie von der Constitution der Materie auszubilden, so finden sich auch sämmtliche der Qualität nach unterschiedenen, chemisch nicht weiter zerlegbaren Grundstoffe oder Elemente der organischen Materie in der anorganischen Natur wieder. Ein dem Organismus eigenthümliches Element, ein *Lebensstoff*, existirt ebensowenig, als eine ausserhalb der natürlichen und materiellen Vorgänge wirksame *Lebenskraft*.

Lange Zeit hatte man mit Rücksicht auf die Art der Atomgruppirung *organische und anorganische Stoffe in scharfem Gegensatz aufgefasst* und die zusammengesetzten Kohlenstoffverbindungen lediglich als Producte des Organismus betrachtet. Indessen hat es sich gezeigt, dass beide nicht nur auf dieselben Gesetze der Atomlagerung und Constitution zurückzuführen sind, sondern dass auch die ersteren in nicht geringer Zahl (Harnstoff, Weingeist, Essig, Zucker, Stärke aus Kohlensäure und Wasser) künstlich aus ihren Elementen durch Synthese hergestellt werden können. Diese Thatsachen weisen auf die Wahrscheinlichkeit der synthetischen Gewinnung vieler organischen Verbindungen und unter diesen der Eiweisskörper hin und gestatten den Schluss, dass bei der Entstehung organischer Wesen dieselben Kräfte wirksam waren, welche für die Bildung der anorganischen Körper massgebend sind. Wenn aber auch

später Eiweisskörper künstlich durch Synthese hergestellt werden sollten, so wäre damit noch nicht die Substanz des Protoplasmas mit seiner Molekular-Structur als lebende Zelle erzeugt. Man wird demgemäss die dem Organismus eigenthümlichen Functionen: Stoffwechsel, Bewegung und Wachsthum, auf Eigenschaften der Stoffverbindungen und insbesondere auf die complicirte molekulare Anordnung der lebendigen Materie zurückzuführen haben.

Freilich kann diese wichtige Eigenschaft des Lebendigen, der *Stoffwechsel*, unter gewissen Bedingungen zeitweilig unterdrückt und aufgehoben werden, ohne dass der Organismus die Fähigkeit des Lebens einbüsst. Durch Entziehung von Wasser oder auch von Wärme wird es für eine Reihe niederer Organismen und deren Keime möglich, den Lebensprocess Monate und Jahre lang zu unterbrechen, das heisst, latent zu erhalten und dann durch Zufuhr von Wasser, beziehungsweise Wärme die scheinbar leblosen, jedoch lebensfähig gebliebenen Körper wieder in's Leben zurückzurufen (*Anguillula tritici*, *Rotiferen*, Eier von *Apus*, *Branchipus*, *Ostracoden* — Frösche, Wasserinsecten, Pflanzensamen).

Eine dritte Eigenthümlichkeit des lebenden Körpers liegt in seiner gesammten Form und in der Zusammenfügung seiner Theile (*Organisation*). Die Gestalt des anorganischen Individuums, des *Krystalles*, ist von geraden, unter bestimmten Winkeln zusammentretenden Linien (Kanten, Ecken) und ebenen, selten sphärischen, mathematisch bestimmbaren Flächen umgrenzt und in dieser Form unveränderlich, die des Organismus [1]) dagegen in Folge des festweichen Aggregatzustandes minder scharf bestimmbar und innerhalb gewisser Grenzen veränderlich. Das Leben äussert sich eben als eine zusammenhängende Reihe wandelbarer Zustände auch in der gesammten Erscheinung: den Bewegungen des Stoffes geht Wachsthum und Formveränderung parallel. Der Organismus beginnt als einfache Zelle und entwickelt sich von dieser Anlage im Ei oder Keime unter allmälig fortschreitenden Differenzirungen und Umgestaltungen seiner Theile bis zu einem bestimmten Höhepunkt mit der Fähigkeit der Fortpflanzung, um zuletzt mit dem Untergange als lebendiger Körper in seine Bestandtheile zu zerfallen. Daher besitzt auch das Substrat des organischen Leibes eine mehr oder minder festweiche, quellungsfähige Beschaffenheit, welche sowohl für die chemischen Umsetzungen der Stoffverbindungen (*corpora non agunt nisi soluta*), als für Umgestaltungen der gesammten Form nothwendig erscheint; dasselbe ist nicht homogen und gleichartig, sondern aus festen, festweichen und flüssigen Theilen gebildet, welche sich als Zusammenfügungen eigenthümlich gestalteter Elemente darstellen. Der Krystall zeigt zwar bei einer Zusammensetzung seiner Moleküle aus gleichartigen Atomgruppen eine nach den Richtungen des Raumes ungleiche Lagerung derselben (Blätter-

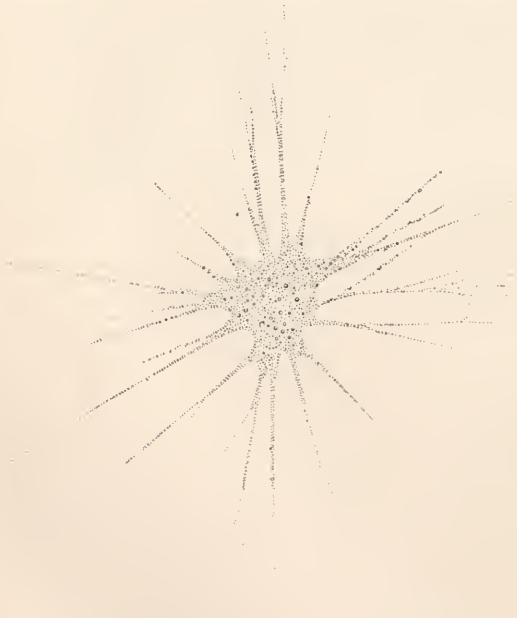
[1]) Die Thatsache, dass es eine Menge von festen Absonderungsproducten im Organismus gibt (Schalen, Gehäuse), deren Form sich mathematisch bestimmen lässt, hebt natürlich diesen Unterschied nicht auf.

durchgänge) und demgemäss eine ungleichmässige Structur, besitzt aber keine verschiedenartigen, einander untergeordneten Einheiten, welche *wie die Organe des lebendigen Körpers als Werkzeuge zu verschiedenen Leistungen* dienen. Die *Organe* erweisen sich wiederum ihrem feineren Baue nach aus verschiedenen Theilen, Geweben (oder Organen niederer Ordnung) gebildet, welchen als letzte Einheit die *Zelle* zu Grunde liegt, die ihrer Herkunft nach auf die Keimzelle (*Eizelle, Spermatoblast*) zurückzuführen ist. (Fig. 1.) Diese aber steht ihren Eigenschaften nach in directem Gegensatz zum Krystall und vereinigt in sich bereits die Eigenschaften des lebendigen Organismus. Dieselbe ist nicht etwa als membranös begrenztes Bläschen mit flüssigem Inhalt und Kern zu definiren (Schwann), sondern als *Klümpchen einer weichflüssigen eiweisshaltigen Substanz (Protoplasma), in der Regel mit eingeschlossener homogener oder bläschenförmiger Differenzirung, dem Kern*, häufig mit einer peripherischen structurlosen Membran. Ist die letztere noch nicht ausgeschieden, so äussert sich das Leben in einer mehr oder minder ausgesprochenen amoeboiden Bewegung. Das zähflüssige Protoplasma vermag Ausläufer und Fortsätze von beständig wechselnder Form zu entsenden und dieselben wieder einzuziehen. (Fig. 2.)

Fig. 1.

a Junge Eizellen einer Meduse, *b* Samenmutterzellen (Spermatoblasten) eines Vertebraten, die eine in amoeboider Bewegung.

Fig. 2.



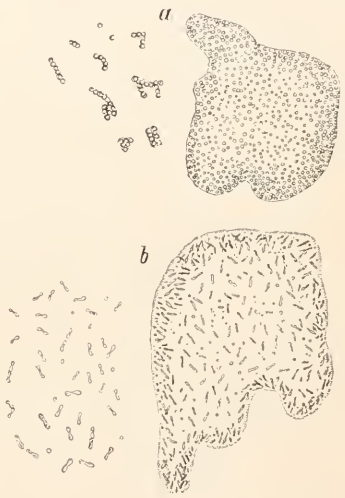
Amoeba (Protogenes) porrecta. (Nach Max Schultze.)

In dieser organischen Grundform, aus welcher sich alle Gewebe und Organe des Thieres und der Pflanze aufbauen, liegen bereits alle Charaktere des Organismus ausgesprochen. *Die Zelle ist daher die erste Form des Organismus und selbst der einfachste Organismus.* Während ihr Ursprung bereits auf vorhandene Zellen ähnlicher Art hinweist, wird ihre Erhaltung durch den Stoffwechsel ermöglicht. Die Zelle hat ihre Ernährung und Ausscheidung, ihr Wachsthum, ihre Bewegung, Formveränderung, ihre molekulare Organisation und Fortpflanzung. Unter Betheiligung des Zellkernes erzeugt sie durch Theilung oder endogene Bildung von Tochterzellen neue Einheiten ihrer Art und liefert das Material

zum Aufbau der Gewebe, zur Bildung, Vergrösserung und Veränderung des Leibes. *Mit Recht erkennt man daher in der Zelle die besondere Form des Lebens und das Leben in der Thätigkeit der Zelle* (Virchow).

Man wird diese Auffassung von der Bedeutung der Zelle als Kriterium der Organisation und als einfachste Grundform des Lebens nicht durch die Thatsache widerlegen können, dass es noch einfachere Lebensformen als die Zellen (im Sinne der herkömmlichen Zelldefinition) gibt, denen der Kern fehlt (Pilzzellen, *Schizomyceten*, *Amoeben*) (Fig. 2), und dass es homogene, unter den stärksten Vergrösserungen structurlos erscheinende Körper gibt, welche ihren Lebensäusserungen nach unzweifelhaft Organismen sind, obwohl sich nichts von Organisation nachweisen lässt, also scheinbar Organismen ohne Organisation sind; allein auch diese haben eine Organisation, welche in der Molekular-Structur zu suchen ist. Manche Schizomyceten sind so klein (*Mikrococcus*), dass es schwer hält, dieselben in einzelnen Fällen von molekularen Niederschlägen zu unterscheiden, zumal sie nur Molekularbewegung zeigen. (Fig. 3.) Daher ist das lebendige Protoplasma mit seiner nicht näher bekannten *molekularen Anordnung* das ausschliesslich bestimmende Kriterium der Zelle und des einfachsten Organismus überhaupt.

Fig. 3.



Schizomyceten nach F. Cohn. *a Mikrococcus*, *b Bacterium termo*. Fäulnissbacterie, beide in frei beweglicher und in Zoogloeaform.

Liegt nun auch in den erörterten Eigenschaften ein wesentlicher Gegensatz des Lebendigen zu der anorganischen Körperwelt ausgesprochen, so wird man doch bei Beurtheilung des Verhältnisses zwischen Organismen und Anorganen die Thatsache zu berücksichtigen haben, dass es bei den kleinsten Organismen, welche sich durch Fortpflanzung und Stoffverbrauch als solche erweisen, mittelst der stärksten Vergrösserung unmöglich ist, eine Organisation zu entdecken, und dass bei zahlreichen niederen Lebewesen durch Entziehung von Wärme und Wasser Stoffwechsel und Lebensthätigkeit unbeschadet der Lebensfähigkeit völlig unterdrückt werden können. Da zudem die jenen Formen zu Grunde liegende organische Materie aus Verbindungen besteht, die möglicherweise durch Synthese auch ausserhalb der Organisation herzustellen sind, so wird man der Hypothese eine gewisse Berechtigung zugestehen, dass sich die einfachsten Lebewesen aus Anorganen, in welchen dieselben chemischen Elemente wie in den Organismen vorkommen, unter unbekannten, unserer Erkenntniss entrückten Bedingungen entwickelt haben. Man würde dann, da eine fundamentale Verschiedenheit des Stoffes und der Kräfte im Krystall und im organischen Wesen nicht nachgewiesen wurde, im ersten Auftreten lebender Wesen (mit du Bois-Reymond) im Grunde

nur die Lösung eines schwierigen mechanischen Problems erkennen können. Indessen macht sich eine neue Schwierigkeit geltend, das Auftreten der ersten Regung von Empfindung und Bewusstsein zu erklären, von seelischen Vorgängen, die wir uns als ausschliessliches Resultat von Bewegungserscheinungen der Materie nicht vorzustellen vermögen, deren Keim aber schon den einfachsten und primitivsten Organismen zugehörig gedacht werden müsste.

Thier und Pflanze.

Die Unterscheidung der lebendigen Körper in Thiere und Pflanzen beruht auf einer Reihe den ersten und ältesten Erfahrungen entsprungener, unserem Geiste frühzeitig eingeprägter Vorstellungen. Bei dem Thiere beobachten wir freie Bewegungen und selbstständige, aus inneren Zuständen des Organismus abzuleitende Lebensäusserungen, welche Bewusstsein und Empfindung wahrscheinlich machen; bei der meist im Erdboden befestigten Pflanze vermissen wir die Locomotion und selbstständige, auf Empfindung hinweisende Thätigkeiten. Daher schreiben wir dem Thiere willkürliche Bewegung und Empfindung zu und betrachten dieselben als beseelte Organismen.

Indessen sind diese Begriffe nur einem verhältnissmässig engen Kreise von Organismen, den höchsten Thieren und Pflanzen unserer Umgebung, entlehnt. Mit dem Fortschritte der Erfahrungen drängt sich uns die Ueberzeugung auf, dass der herkömmliche Begriff von Thier und Pflanze in der Wissenschaft einer Aenderung bedarf. Denn wenn wir auch nicht im Zweifel sind, ein Wirbelthier von einer phanerogamen Pflanze zu unterscheiden, so reichen wir doch mit jenen Begriffen auf dem Gebiete des einfacheren und niederen Lebens nicht aus. Es gibt zahlreiche niedere Thiere ohne freie Ortsveränderung und ohne deutliche Zeichen von Empfindung und Bewusstsein, dagegen Pflanzen und pflanzliche Zustände mit freier Bewegung und Irritabilität. Man wird daher die Eigenschaften von Thieren und Pflanzen näher zu vergleichen und hiebei die Frage zu erörtern haben, ob überhaupt ein durchgreifendes Unterscheidungsmerkmal beider Organisationsformen besteht, ob eine scharfe Grenze beider Naturreiche festzustellen ist oder nicht.

1. In der *gesammten Gestalt* und *Organisation* scheint für Thiere und Pflanzen ein wesentlicher Gegensatz zu bestehen. Das Thier besitzt bei einer gedrungenen äusseren Form eine Menge innerer Organe von compendiösem Baue, während die Pflanze ihre ernährenden und ausscheidenden Organe als äussere Anhänge von bedeutendem Flächenumfange ausbreitet. Dort herrscht eine innere, hier eine äussere Entfaltung der endosmotisch wirksamen Flächen vor. Das Thier hat eine Mundöffnung zur Einfuhr fester und flüssiger Nahrungsstoffe, welche im Inneren eines mit mannigfachen Drüsen (Speicheldrüsen, Leber, Pankreas etc.) in Verbindung stehenden Darmes verarbeitet, verdaut und resorbirt

werden. Die unbrauchbaren festen Ueberreste der Nahrung werden als Kothballen entleert, während die stickstoffhaltigen Endproducte des Stoffwechsels durch besondere Harnorgane (Nieren) meist in flüssiger Form ausgeschieden werden. Zur Bewegung und Circulation der resorbirten Ernährungsflüssigkeit (Blut) ist ein pulsirendes Pumpwerk (Herz) und ein System von Blutgefässen vorhanden, während die Respiration bei den luftlebenden Thieren durch Lungen, bei den Wasserbewohnern meist durch Kiemen vermittelt wird. Das Thier hat endlich innere Fortpflanzungsorgane, sowie als Werkzeuge der Empfindung ein Nervensystem und Sinnesorgane, zur Ausführung der Bewegungen eine Musculatur. Bei der Pflanze hingegen zeigt der vegetative Apparat eine weit einfachere Gestaltung. Feste Nahrungsstoffe werden nicht aufgenommen. Es fehlen Mund und After. Die Wurzeln saugen flüssige Nahrungsstoffe auf, während die Blätter als respiratorische und assimilirende Organe Gase aufnehmen und austreten lassen. Die complicirten Organsysteme des Thieres fallen aus, und ein mehr gleichartiges Parenchym von Zellen und Röhren, in denen sich die Säfte bewegen, setzt den Körper der Pflanze zusammen. Auch liegen die Fortpflanzungsorgane in äusseren Anhängen, und es fehlen Nerven und Sinnesorgane.

Indessen sind die hervorgehobenen Unterschiede keineswegs durchgreifend, vielmehr nur für die höheren Thiere und höheren Pflanzen giltig, da sie mit der Vereinfachung der Organisation allmälig verschwinden. Schon unter den Wirbelthieren, mehr noch bei den Weichthieren und Gliederthieren reducirt sich das System der Respirationsorgane und Blutgefässe. Lungen oder Kiemen können als gesonderte Organe fehlen und durch die gesammte äussere Körperfläche ersetzt sein. Die Blutgefässe vereinfachen sich sehr oft und fallen sammt dem Herzen vollständig aus, das Blut bewegt sich dann in mehr unregelmässigen Strömungen in den Räumen der Leibeshöhle und in den Lücken zwischen den Organen. Ebenso vereinfachen sich die Organe der Verdauung. Speicheldrüsen und Leber verschwinden als drüsige Anhänge des Darmes, dieser wird ein blind geschlossener, verästelter oder einfacher Schlauch (Trematoden), dessen Wandung mit der Leibeswand fest vereinigt sein kann und dann zur Gastralhöhle im Inneren des Leibes wird (Coelenteraten). Auch kann Mund nebst Darm fehlen (Cestoden) und die Aufnahme flüssiger Nahrungsstoffe ähnlich wie bei den Pflanzen endosmotisch durch die äussere Körperfläche erfolgen, beziehungsweise durch wurzelartige Fortsätze, welche im Leibe anderer Thiere haften (Rhizocephalen), vermittelt werden. Endlich werden Nerven und Sinnesorgane bei Organismen, welche man, wie die Poriferen und Protozoen, als Thiere betrachtet, vermisst. Bei jenen sind die Muskeln durch contractile Zellen vertreten, bei diesen durch Differenzirungen im Protoplasma (Myophane). Solchen Reductionen des inneren Baues gegenüber erscheint es begreiflich, dass sich auch in der äusseren Erscheinung und in der Art des Wachsthums einfacher gebaute niedere Thiere, wie beispielsweise die Poriferen, Polypen und Siphonophoren, oft in hohem Grade den Pflanzen annähern, mit denen sie in früherer Zeit namentlich dann verwechselt wurden, wenn sie zugleich der freien Ortsver-

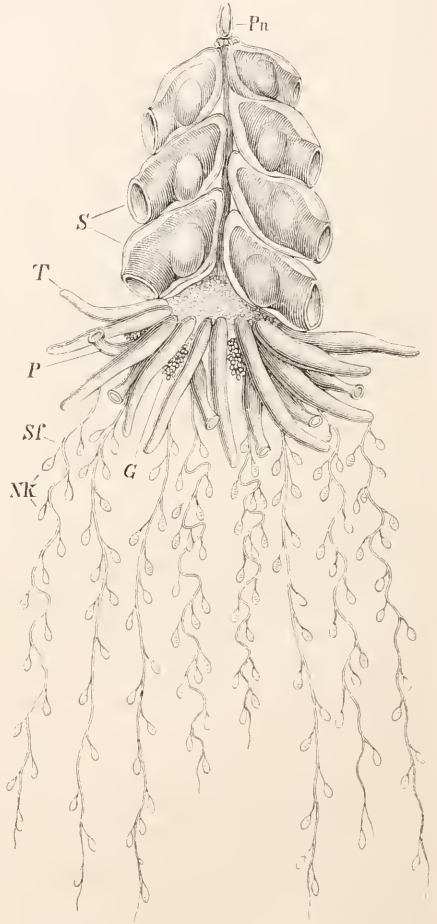
änderung entbehren (Pflanzenthiere). (Fig. 4 und 5.) In diesen Fällen bietet aber auch im Thierreich die Feststellung des Begriffes „Individuum" ähnliche Schwierigkeiten wie im Pflanzenreich.

2. *Zwischen thierischen und pflanzlichen Geweben* besteht ebenfalls ein wichtiger Gegensatz. Während die Zellen in den pflanzlichen Geweben ihre

Fig. 4.

Zweig eines Polypariums von *Corallium rubrum*, Edelcoralle, nach Lacaze Duthiers. *P* Polyp.

Fig. 5.



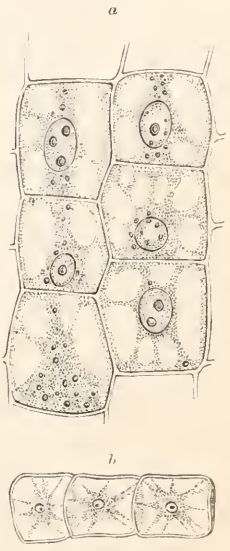
Physophora hydrostatica. *Pn* Pneumatophor, *S* Schwimmglocken, in zweizeiliger Anordnung an der Schwimmsäule, *T* Tentakel, *P* Polypit oder Magenschlauch nebst Senkfaden *Sf*, *Nk* Nesselknöpfe an demselben, *G* Genitaltränbchen.

ursprüngliche Form und Selbstständigkeit bewahren, erleiden dieselben in den thierischen auf Kosten ihrer Selbstständigkeit die mannigfachsten Veränderungen. Daher erscheinen die pflanzlichen Gewebe als gleichartige, wenn auch überaus verschieden gestaltete Zellencomplexe mit wohl erhaltenen, scharf umschriebenen Zellen, die thierischen als höchst verschiedenartige Bildungen von sehr veränderter Structur, in denen die Zellen als solche nicht immer nachweisbar bleiben und nur Zellenterritorien unterschieden werden. Der Grund für dieses ungleiche Verhalten der Gewebe scheint in dem verschiedenen Baue der Zelle selbst gesucht werden zu müssen, indem die Pflanzenzelle im Umkreise ihres Primordialschlauches (der verdichteten Grenzschicht des Protoplasmas) von einer dicken stickstofflosen Haut, der Cellulosekapsel, umgeben wird, während die thierische Zelle eine sehr zarte stickstoffhaltige Membran oder statt derselben nur eine zähere Grenzschicht ihres zähflüssigen Inhaltes besitzt. Indessen gibt es auch Pflanzenzellen mit einfachem nackten Primordialschlauch (Primordial-

zellen) und andererseits thierische Gewebe, welche durch Umkapselung der selbstständig gebliebenen Zellen den pflanzlichen ähnlich sind (Chorda dorsalis, Knorpel, Stützzellen in den Tentakeln von Hydroiden). (Fig. 6.) Man wird auch nicht, wie dies von mehreren Forschern geschehen ist, die Vielzelligkeit als nothwendiges Merkmal des thierischen Lebens betrachten können. Vielmehr gibt es nicht nur zahlreiche einzellige Algen und Pilze, sondern auch thierische Organismen, welche auf einfache oder complicirt differenzirte Zellen zurückzuführen sind (Protozoen).

3. Am wenigsten kann in der *Fortpflanzung* ein Kriterium gefunden werden. Bei den Pflanzen ist zwar die ungeschlechtliche Vermehrung durch Sporen und Wachsthumsproducte vorherrschend, allein auch im Kreise der niederen und einfach gebauten Thiere erscheint dieselbe Art der Vermehrung weit verbreitet. Die geschlechtliche Fortpflanzung aber beruht bei Thieren und Pflanzen im Wesentlichen auf den gleichen Vorgängen, auf der Verschmelzung männlicher (*Samenkörper*) und weiblicher Zeugungsstoffe (*Eizellen*), deren Form in beiden Reichen eine grosse Uebereinstimmung zeigt, jedenfalls überall auf die Zelle zurückzuführen ist. Der Bau und die Lage der Geschlechtsorgane im Inneren des Körpers oder als äussere Anhänge bietet um so weniger Anhaltspunkte zur Unterscheidung von Thier und Pflanze, als in dieser Hinsicht in beiden Reichen die grössten Verschiedenheiten möglich sind.

Fig. 6.



a Pflanzliches Parenchym, nach Sachs, *b* Achsenzellen aus den Fangarmen (Tentakeln) von *Campanularia*.

4. *Die chemischen Bestandtheile und die Vorgänge des Stoffwechsels* sind bei Thieren und Pflanzen sehr verschieden. Früher legte man grossen Werth auf den Umstand, dass die Pflanze vorzugsweise aus ternären Verbindungen, das Thier dagegen aus quaternären stickstoffhaltigen Verbindungen besteht, und man schrieb für jene dem Kohlenstoff, für dieses dem Stickstoff eine vorwiegende Bedeutung zu. Indessen sind auch im thierischen Körper ternäre Verbindungen wie die Fette und Kohlenhydrate sehr verbreitet, während andererseits die quaternären Proteïne in den thätigen, in Neubildung begriffenen Theilen der Pflanze eine grosse Rolle spielen. Das *Protoplasma*, der Inhalt der lebenden Pflanzenzelle, ist stickstoffreich und eiweisshaltig, den mikrochemischen Reactionen nach mit der *Sarcode*, der contractilen Substanz niederer Thiere, übereinstimmend. Zudem werden die als *Fibrin*, *Albumin* und *Caseïn* unterschiedenen Modificationen der Eiweisskörper auch in Pflanzentheilen wiedergefunden.

Unter den im Pflanzenkörper auftretenden, von der Pflanze erzeugten Stoffen kommt dem *Chlorophyll* und der *Cellulose* eine hervorragende Bedeutung zu. Die im Holzkörper angehäufte Cellulose, ein Bestandtheil der Zellen-

membran und durch die charakteristisch blaue Färbung auf Zusatz von Schwefelsäure und Jod erkennbar, wurde aber auch im Mantel der *Tunicaten* aufgefunden und somit auch als Erzeugniss von Thieren nachgewiesen. Das *Chlorophyll* dagegen, welches die grüne Färbung der Blätter bedingt, kann mit grosser Wahrscheinlichkeit als ausschliessliches Product des Pflanzenleibes betrachtet werden und besitzt daher zum Nachweis der pflanzlichen Natur einen hohen Werth, zumal an sein Vorhandensein der als Assimilation bekannte vegetabilische Stoffwechsel geknüpft ist. Zwar hat man auch in zahlreichen, besonders niederen Thieren, wie Infusorien (*Stentor*, *Paramaecium*), Polypen (*Hydra*) und Würmern (*Bonellia*), Chlorophyllkörper gefunden, dieselben jedoch nicht als von diesen Thieren erzeugt nachzuweisen vermocht. Vielmehr haben neuere Untersuchungen [1]) gezeigt, dass in allen diesen Fällen einzellige, in den Thierkörper eingedrungene Algen (*Zoochlorellen*) die Träger des Chlorophylls sind. Das Vorkommen von Chlorophyll im Thierreich erklärt sich in diesen Fällen aus einem eigenthümlichen, zwischen Thieren und einzelligen Algen bestehenden Associationsverhältniss (*Symbiose*), in welchem den Algenzellen Schutz und Wohnstätte zur Vegetation gesichert wird, dem Thierkörper aber der durch das Chlorophyll der Algenzellen vermittelte Stoffwechsel der Pflanze Vortheile gewährt, welche in der Zufuhr von Sauerstoff und organischem Nährmaterial bestehen. Ob freilich diese Erklärung für alle Fälle, in denen Chlorophyll in Thieren beobachtet wird, giltig ist, muss vorläufig noch unentschieden bleiben. Andererseits entbehren zahlreiche Pflanzen des Chlorophylls (Pilze und Schmarotzerpflanzen), so dass der Mangel des Chlorophylls für die Natur eines Organismus als Thier keine Entscheidung gibt.

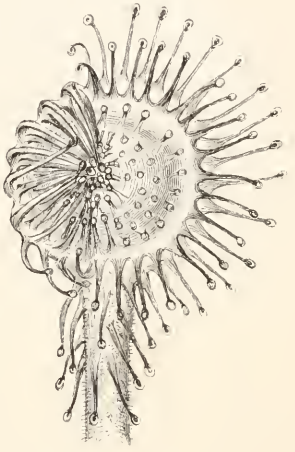
Im innigen Zusammenhange mit dem für den Organismus der Pflanze so bedeutungsvollen Chlorophyll gestaltet sich auch der Stoffwechsel derselben in eigenthümlicher, vom Stoffwechsel des Thieres verschiedener, geradezu entgegengesetzter Richtung.

Die Pflanze nimmt neben bestimmten Salzen (phosphorsaure und schwefelsaure Alkalien und Erden) besonders *Wasser*, *Kohlensäure* und *salpetersaure Salze* oder *Ammoniakverbindungen* auf und baut aus diesen binären anorganischen Substanzen die organischen Verbindungen höherer Stufe auf. Das Thier bedarf ausser der Aufnahme von Wasser und Salzen einer organischen Nahrung, vor Allem der Kohlenstoffverbindungen (Fette) und der stickstoffhaltigen Eiweisskörper, welche im Kreislauf des Stoffwechsels wieder zu Wasser, Kohlensäure und zu stickstoffhaltigen Spaltungsproducten (Amiden und Säuren), Kreatin, Tyrosin, Leucin, Harnstoff, Harnsäure, Hippursäure etc. zerfallen. Die Pflanze scheidet, indem sie mittelst des Chlorophylls unter Einwirkung des Lichtes zunächst aus Kohlensäure und Wasser (Stärke), dann bei Aufnahme stickstoff-

[1]) Géza Entz. Ueber die Natur der Chlorophyllkörperchen niederer Thiere (Uebersetzung einer ungarischen Publication vom Jahre 1876), Biol. Centralblatt 1882. K. Brandt, Ueber die morphol. und physiol. Bedeutung des Chlorophylls. Archiv f. Anat. u. Phys. 1882, sowie in den Mittheilungen der zool. Station in Neapel. T. IV, 1883.

haltiger Verbindungen Eiweisskörper, wahrscheinlich in den Chlorophyllkörnern bildet (*Assimilation*), Sauerstoff aus, den wiederum das Thier zur Unterhaltung des Stoffwechsels durch seine Respirationsorgane aufnimmt. Die Richtung des Stoffwechsels und der Respiration ist daher in beiden Reichen eine sich gegenseitig bedingende, aber eine genau entgegengesetzte. Das Thierleben beruht auf Analyse zusammengesetzter Verbindungen und ist im Grossen und Ganzen ein Oxydationsprocess, durch welchen Spannkräfte in lebendige verwandelt werden (Bewegung, Erzeugung von Wärme, Licht). Die Lebensthätigkeit der Pflanze dagegen basirt, soweit sie sich auf Assimilation bezieht, auf Synthese und ist im Grossen und Ganzen ein Reductionsprocess, unter dessen Einfluss Wärme und Licht gebunden und lebendige Kräfte in Spannkräfte übergeführt werden.

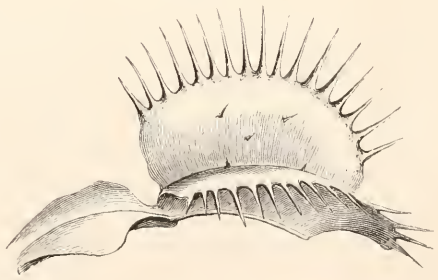
Fig. 7.



Blattspreite von *Drosera rotundifolia* mit theilweise angedrückten Tentakeln. (Nach Darwin.)

Indessen zeigt sich auch dieser Unterschied nicht für alle Fälle als Kriterium verwendbar. Viele Schmarotzerpflanzen und fast sämmtliche Pilze haben im Zusammenhang mit dem Mangel des Chlorophylls überhaupt nicht das Vermögen der Assimilation, sondern saugen organische Säfte auf; auch zeigen dieselben eine dem Thiere entsprechende Respiration, indem sie Sauerstoff aufnehmen und Kohlensäure ausscheiden. Aber auch chlorophyllhaltige Phanerogamen können fertige organische Stoffe zur Nahrung aufnehmen. In neuerer Zeit ist die Aufmerksamkeit der Naturforscher, insbesondere durch Hooker und Darwin[1]) auf die merkwürdigen, übrigens schon im vorigen Jahrhundert (Ellis) beobachteten Ernährungs- und Verdauungsvorgänge bei einer Reihe von Pflanzen gelenkt worden, welche nach Art der Thiere kleine Organismen, besonders Insecten fangen, das organische Material derselben nach einem der thierischen Verdauung ähnlichen chemischen Processe durch die drüsenreiche Oberfläche aufsaugen [Blätter des Sonnenthaues, *Drosera rotundifolia* (Fig. 7), und der Fliegenfalle, *Dionaea muscipula* (Fig. 8), ferner die kannenförmigen Blätter von *Nepenthes*].

Fig. 8.



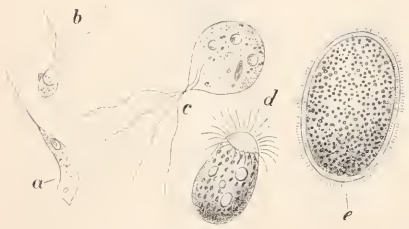
Blattspreite von *Dionaea muscipula* im ausgebreiteten Zustande. (Nach Darwin.)

Dazu kommt, dass, wie bereits vor langer Zeit durch Saussure's Untersuchungen festgestellt worden ist, die Aufnahme von Sauerstoff in bestimmten

[1]) Vergl. besonders Ch. Darwin, Insectivorous plants. London, 1875.

Intervallen für alle Pflanzen nothwendig ist, dass an den nicht grünen, des Chlorophylls entbehrenden Pflanzentheilen und bei mangelndem Sonnenlicht, also zur Nachtzeit, auch an den grünen Theilen ein dem Thiere analoger Verbrauch von Sauerstoff und eine Ausathmung von Kohlensäure stattfindet. Im Pflanzenkörper besteht daher neben dem sehr ausgedehnten Desoxydationsprocess ganz regelmässig eine dem thierischen Stoffwechsel analoge Oxydation, durch welche ein Theil der assimilirten Substanzen wieder zerstört wird. Das Wachsthum der Pflanze ist ohne Sauerstoffverbrauch und Kohlensäure-Erzeugung unmöglich. Je energischer dasselbe vorschreitet, um so mehr Sauerstoff wird aufgenommen, wie in der That die keimenden Samen, die sich rasch entfaltenden Blatt- und Blüthenknospen in kurzer Zeit viel Sauerstoff verbrauchen und Kohlensäure ausscheiden. Hiemit im Zusammenhange sind die Bewegungen des Protoplasmas an die Einathmung von Sauerstoff geknüpft. Auch die Erzeugung von Wärme (bei der Keimung) und von Lichterscheinungen (*Agaricus olearius*) tritt bei lebhaftem Sauerstoffverbrauch ein. Endlich gibt es Organismen (Hefezellen — Schizomyceten), welche zwar Stickstoffverbindungen und Eiweiss erzeugen, aber nicht Kohlenstoff assimiliren, diesen vielmehr fertigen Kohlenhydraten entziehen (Pasteur, Cohn). Dieselben verhalten sich daher bezüglich der ternären Verbindungen wie Thiere, während sie Proteïne zu bilden vermögen.

Fig. 9.



Schwärmsporen *a* von *Physarum*, *b* von *Monostroma*, *c* von *Ulothrix*, *d* von *Bedogonium*, *e* von *Vaucheria*. (Nach Reinke.)

5. Die *willkürliche Bewegung* und *Empfindung* gilt dem Begriffe nach als der Hauptcharakter des thierischen Lebens. In früherer Zeit hielt man das Vermögen der freien Ortsveränderung für eine nothwendige Eigenschaft des Thieres und betrachtete deshalb die festsitzenden Polypenstöcke als Pflanzen, bis der von Peyssonnell geführte Nachweis von der thierischen Natur der Polypen durch den Einfluss bedeutender Naturforscher im vorigen Jahrhundert allgemeine Anerkennung erlangte. Dass es auch Pflanzen und pflanzliche Entwicklungszustände mit freier Ortsveränderung gibt, wurde erst weit später mit der Entdeckung beweglicher Algensporen bekannt (Fig. 9), so dass man nun auf Merkmale, aus welchen die Willkür der Bewegung gefolgert werden konnte, zur Unterscheidung der thierischen und pflanzlichen Beweglichkeit sein Augenmerk richten musste. Als solches galt längere Zeit gegenüber den gleichförmigen, mit starrem Körper ausgeführten Bewegungen der Pflanze die Contractilität. Anstatt der Muskeln, welche bei niederen Thieren als besondere Gewebe hinwegfallen, bildet hier eine ungeformte eiweisshaltige Substanz, *Sarcode*, die contractile Grundsubstanz des Leibes. Allein der als *Protoplasma* bekannte zähflüssige Inhalt der Pflanzenzelle besitzt ebenfalls die Fähigkeit der Contractilität und ist in den wesentlichsten Eigenschaften mit der Sarcode

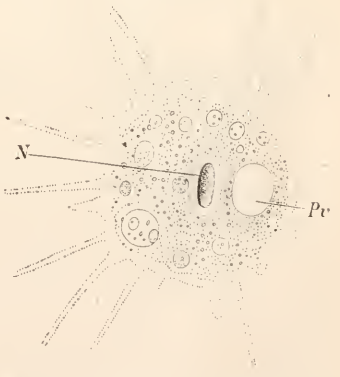
gleich. Beide zeigen die gleichen chemischen Reactionen und stimmen in dem häufigen Auftreten von *Wimpern*, *Vacuolen* und *Körnchenströmungen* überein. Auch pulsirende Räume, die sogenannten *contractilen Vacuolen*, sind nicht ausschliessliches Attribut der Sarcode, sondern können ebenso in dem Protoplasma der Pflanzenzelle vorkommen (*Chaetophora*). Während die Contractilität des Protoplasmas allerdings in der Regel durch die Cellulosemembran gehemmt wird, tritt sie an den nackten Schwärmzellen der *Saprolegnien*, vollends an den amoebenartigen Entwicklungsformen der Schleimpilze (*Myxomyceten*) in gleicher Intensität wie in der Sarcode der *Infusorien* und *Rhizopoden* auf. Die amoeboiden Bewegungen der Myxomycetenschwärmer und deren Plasmodien (Fig. 10) stehen an Intensität den echten zu den Rhizopoden gestellten Amoeben, z. B. *Amoeba polypodia* (*princeps*), nicht nach. (Fig. 11.) Bei den gleichartigen Bewegungserscheinungen niederer Thiere und Pflanzen suchen wir vergebens nach einem Kriterium der Willkür, deren Deutung dem subjectiven Ermessen des Beobachters unterworfen bleibt.

Fig. 10.

Schwärmsporen von *Aethalium septicum*, nach de Bary. *a* im Zustande des Ausschlüpfens, *b* als Schwärmer, *c* im Stadium der Amoebe, *d* ein Stück Plasmodium.

Das Vermögen der als Function der Materie unbegreiflichen Empfindung, welches überall da, wo es sich um willkürliche Bewegungen handelt, vorausgesetzt werden muss, ist keineswegs bei allen thierischen Organismen mit Sicherheit nachzuweisen. Einige niedere Thiere (Poriferen) entbehren des Nervensystems und der Sinnesorgane und zeigen auf Reize geringe und nicht gerade intensivere Bewegungen als vegetabilische Organismen. Diese Irritabilität aber erscheint auch auf dem Gebiete höherer Pflanzen weit verbreitet. Die Sinnpflanzen bewegen ihre Blätter auf mechanische Reize der Berührung (*Mimosen*) oder bengen wie der Sonnenthau (*Drosera*) (Fig. 7) kleine, mit Kölbchen endigende Stielchen der Blattfläche, Polypenarmen vergleichbar. Die Fliegenfalle (*Dionaea*) (Fig. 8) schlägt die beiden Blatthälften klappenartig zusammen, wenn dieselben von Insecten berührt werden. Die Staubfäden der Centaureen verkürzen sich auf mechanische und elektrische Reize in ihrer ganzen Länge und nach ähnlichen Gesetzen wie die Muskeln der höheren Thiere. Viele Blüthen öffnen und schliessen sich unter dem Einflusse des Lichtes zu gewissen Tageszeiten.

Fig. 11.



Amoeba (Dactylosphaera) polypodia. *N* Nucleus, *Pv* pulsirende Vacuole. (Nach Fr. E. Schulze.)

Demnach erscheint die *Irritabilität* ebenso wie die *Contractilität* als Eigenschaft auch der pflanzlichen Gewebe und des Protoplasmas der Pflanzenzelle, und es ist nicht zu bestimmen, ob *Willkür* und *Empfindung*, die wir an diesen Erscheinungen der Pflanze ausschliessen, bei den ähnlichen Reizungs- und Bewegungsphänomenen niederer Thiere mit im Spiele sind.

Wir finden daher in keinem der besprochenen Merkmale thierischen und pflanzlichen Lebens ein durchgreifendes Kriterium und sind nicht im Stande, das Vorhandensein einer scharfen Grenze beider Reiche nachzuweisen. Thiere und Pflanzen entwickelten sich von dem gemeinsamen Ausgangspunkt der contractilen Substanz[1]) allerdings nach verschiedenen Richtungen, die bei dem Beginne ihrer Entfaltung noch mannigfach ineinander übergreifen und erst mit der vollkommeneren Organisation in ihrem vollen Gegensatze deutlich werden. In diesem Sinne wird man, ohne eine scharfe Grenze zwischen beiden Organisationsreihen bestimmen zu wollen, den Begriff des Thieres durch die Zusammenfassung der jene Richtung bezeichnenden Merkmale umschreiben können.

Man wird demnach das *Thier* zu definiren haben: als den frei und willkürlich beweglichen, mit Empfindung begabten Organismus, welcher seine Organe im Innern des Leibes durch innere Flächenentfaltung entwickelt, einer organischen Nahrung bedarf, Sauerstoff einathmet, unter dem Einflusse der Oxydationsvorgänge im Stoffwechsel Spannkräfte in lebendige Kräfte umsetzt und Kohlensäure nebst stickstoffhaltigen Zersetzungsproducten ausscheidet.

Die Wissenschaft, welche die Thiere zum Gegenstand hat und dieselben in ihren Form- und Lebenserscheinungen, sowie in ihren Beziehungen zu einander und zur Aussenwelt zu erforschen sucht, ist die Zoologie.

Die Organisation und Entwicklung des Thieres im Allgemeinen.

Die zur Feststellung des Begriffes „*Thier*“ vorausgeschickten Betrachtungen haben uns bereits eine Vorstellung von der Mannigfaltigkeit und von den zahlreichen Abstufungen der thierischen Organisation gegeben. Wie sich aus der Eizelle in allmäliger Differenzirung der complicirte Organismus aufbaut und während seiner embryonalen Entwicklung und im freien Leben Zustände durchläuft, welche in aufsteigender Reihe zu einer immer höheren Entfaltung der Theile und zu vollkommeneren Leistungen der Organe führen, so offenbart sich auf dem grossen Gebiete der thierischen Lebensformen ein ähnliches Gesetz der allmälig fortschreitenden Entwicklung, des Aufsteigens vom Einfachen zum Mannigfaltigen sowohl in der Form des Leibes und in der Zusammensetzung seiner Theile, als in der Vollkommen-

[1]) Die Aufstellung eines Zwischenreiches für die einfachsten Lebensformen ist weder wissenschaftlich gerechtfertigt, noch aus praktischen Rücksichten erforderlich. Die Annahme eines Protistenreiches würde die Schwierigkeit der Grenzbestimmung nur verdoppeln.

heit der Lebenserscheinungen. Diese Abstufungen weisen auf eine nähere oder entferntere, in den mannigfachsten Gradationen ausgesprochene Verwandtschaft hin, zu deren Erklärung auf der einen Seite die Hypothese einer nach bestimmten Plänen der Organisation vor sich gegangenen Schöpfung, auf der anderen die Annahme einer natürlichen, vom Einfachen zum Complicirten vorgeschrittenen, im Laufe grosser Zeiträume allmälig erfolgten Entwicklung aufgestellt wurde. Da die erstere Lehre strenggenommen einer Verzichtleistung auf die Möglichkeit einer Erklärung gleichkommt, die letztere aber mit dem Fortschritt der Wissenschaft zu einer Theorie ausgebildet wurde, mit welcher sich die Thatsachen des Naturlebens in vortrefflichen Einklang bringen lassen, so werden wir nur diese Anschauung als wissenschaftlich berechtigt anzuerkennen haben.

Indessen leiten sich die Abstufungen der thierischen Organisation nicht wie die des sich entwickelnden Individuums in einer einzigen continuirlichen Reihe auseinander ab, sondern die Parallele der Entwicklungsstufen des Thierreiches als Gesammtheit und der auf einander folgenden Zustände der einzelnen Lebensform weicht insofern auseinander, als wir gegenüber der einfachen Entwicklungsreihe des Individuums eine Anzahl zwar hie und da mehrfach übergreifender, aber doch in ihrer höheren Entfaltung wesentlich verschiedener Kreise der thierischen Organisation unterscheiden und als höchste Abtheilungen des Systems betrachten. Dieselben lassen sich den Hauptästen eines vielfach verzweigten Baumes vergleichen. Wie in der organischen Welt Thier- und Pflanzenreich keine absolute Grenzscheide gestatten, vielmehr im Bereiche des niederen Lebens gar mancherlei Uebergänge zeigen, so gilt Gleiches auch für die grossen Thierkreise, welche in ihrer höheren Entfaltung zwar auch einheitliche und scharf abgeschlossene Formen der Organisation zu vertreten scheinen (Cuvier's Typen oder Baupläne), in ihren niederen einfacheren Zuständen und ihrer Entwicklung nach jedoch auf einen gemeinsamen Ursprung und näheren Verband hinweisen.

Individuum. Organ. Stock.

In der Regel und ganz allgemein bei den höheren Thieren tritt der thierische Organismus als eine nach Form (morphologisch) und Lebensthätigkeit (physiologisch) untheilbare Einheit, als „*Individuum*“ auf. Abgeschnittene Theile ergänzen sich nicht zu neuen Thieren, wir können meist nicht einmal Stücke des Leibes entfernen, ohne das Leben des Organismus zu gefährden, denn nur als Complex sämmtlicher Theile des Leibes erhält sich derselbe in voller Lebensenergie. Mit Beziehung auf die Eigenschaft der Untheilbarkeit nennt man den Organismus „Individuum“ und versteht unter Organ jeden Körpertheil, welcher als eine der höheren Einheit des Organismus untergeordnete Einheit eine bestimmte äussere und innere Gestaltung zeigt, sowie eine dieser entsprechende Function ausübt, somit eines jener zahlreichen Werkzeuge ist, auf deren ineinandergreifender Arbeit das Leben des Individuums beruht.

Es gibt aber zahlreiche niedere Thiere, auf welche sich dieser Begriff von Individuum nicht anwenden lässt. Nicht nur, dass bei denselben die Regenerationsfähigkeit verletzter oder zerstörter Theile eine sehr bedeutende ist, auch die Theilung in zwei oder mehrere Stücke, welche vom Mutterleibe getrennt für sich fortbestehen und zu Tochterthieren werden, erscheint bei *Protozoen*, *Coelenteraten* und Würmern ein verbreiteter Vorgang. Bleiben die Theilstücke mit einander vereinigt, so entstehen Thierstöcke, deren Glieder zwar eine bestimmte, der Entwicklung nach als individuell zu bezeichnende Gestalt besitzen und somit morphologisch die Individualität repräsentiren, sich physiologisch aber zu dem Thierstocke wie Organe zu einem Organismus verhalten. Dieselben erscheinen demnach als *unvollkommene Individuen*, welche sehr oft für sich gesondert nicht fortbestehen können, namentlich dann aber als Einzelwesen zu Grunde gehen, wenn sie untereinander in Form und Leistungen differiren und sich bei verschiedenem Verhalten ihres Baues in die Arbeiten theilen, welche zur Erhaltung der Gesammtheit erforderlich sind. Solche *polymorphe* [1]) Thierstöcke zeigen in ihrer Erscheinung alle Eigenschaften eines Individuums, obwohl sie *morphologisch* Vereinigungen von Individuen sind, die sich *physiologisch* wie Organe verhalten. (Fig. 5.)

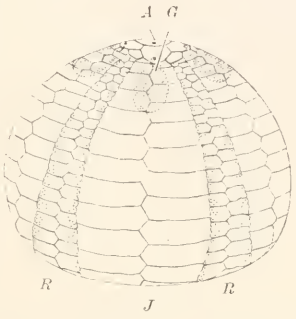
Aber nicht nur zwischen Thierstock und Individuum, auch zwischen Individuum und Organ wird es unmöglich, eine scharfe Grenze zu ziehen. Organe und häufiger noch Complexe von Organen vermögen sich vom Organismus getrennt am Leben zu erhalten und somit eine selbstständig gewordene Einheit vorzustellen. Und dasselbe gilt von der Zelle, welche auch im Körper der höher organisirten Thiere, der Metazoen, als isolirte, selbstständige Einheit wiederkehrt, während sie bei den Protozoen den gesammten Organismus repräsentirt, dessen Organisation sich im Protoplasma des Zellenleibes differenzirt. Diese einfachste und niederste Individualitätsstufe, die Zelle, widerspricht aber vollends dem herkömmlichen Begriff von Individuum, insofern dieselbe, und Gleiches gilt für die Protozoen, sich durch Theilung vermehrt, somit dieser Eigenschaft nach gerade das Umgekehrte von Individuum nämlich ein Dividuum ist, dessen Theilbarkeit die fundamentale Bedingung zur Entwicklung und Erhaltung der gesammten Organismenwelt ist. Wir haben aber trotz dieses Widerspruches die Zelle als niederste Individualitätsstufe aufzunehmen und in aufsteigender Folge die *Zelle*, *Organ*, *Organcomplex*, *Vielheit von Organcomplexen* als Individualitätsstufen verschiedener Ordnung zu unterscheiden.

Im Thierleib tritt nun aber nicht jedes Organ in nur einfacher Zahl auf, häufig wiederholen sich gleichartige Organe in mehrfacher Zahl. Dieselbe ist zunächst abhängig von der *radiären* oder *bilateralen* Architektonik des Leibes. Bei den radiär gebauten Thieren, den *Radiaten*, ist man im Stande, zwei einander gegenüberliegende Punkte des Körpers als Pole durch eine Achse zu ver-

[1]) Vergl. R. Leuckart, Ueber den Polymorphismus der Individuen und die Erscheinung der Arbeitstheilung in der Natur. Giessen, 1851.

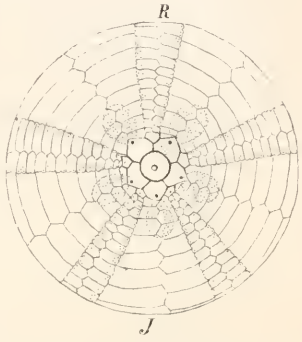
binden, welche man als Hauptachse bezeichnen kann. Man vermag durch dieselbe Schnittebenen zu legen, welche den Körper in symmetrische, unter sich congruente Theilstücke, *Antimeren*, zerlegen. Die einfach vorhandenen Organe fallen in die Hauptachse des Leibes, während sich die übrigen Organe im Umkreise jener in den Theilstücken gleichmässig wiederholen. Jedes Antimer enthält daher einen bestimmten Organcomplex und repräsentirt für sich eine untergeordnete Einheit, ein Individuum niederer Ordnung, welche mit den übrigen durch die in nur einfacher Zahl vorhandenen Organe zu der übergeordneten Einheit des Ganzen zusammengehalten wird.

Fig. 12 *a*.



Seeigel, schematisch dargestellt. *J* Interradius mit den beiden Reihen von Interambulacralplatten und dem Genitalorgan *G*. *R* Radien mit den beiden von Ambulacralporen durchbrochenen Ambulacralplattenreihen, *A* After.

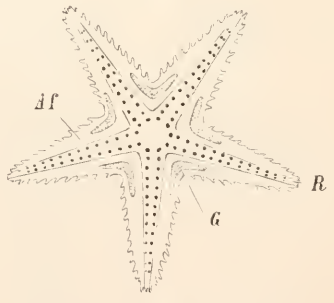
Fig. 12 *b*.



Seeigelschale vom Scheitel gesehen. *R* Radius mit den durchbohrten Plattenpaaren, *J* Interradius mit dem zugehörigen Genitalorgan und dessen Porus.

In jeder rechtwinkelig zur Hauptachse des radiären Thieres gelegten Ebene wird man je nach der Anzahl der Antimeren durch die Mitte der letzteren eine jener entsprechende, verschieden grosse Zahl von Linien zu ziehen im Stande sein und eine eben so grosse Zahl von Linien zwischen den anstossenden Antimeren unterscheiden. Die ersteren werden als *Hauptstrahlen* oder *Radien*, die letzteren als *Zwischenstrahlen* oder *Interradien* bezeichnet. Die durch jeden Radius gelegte Verticalebene trifft die Mitte des dem betreffenden Antimer zugehörigen Organcomplexes und halbirt das Antimer, während die gleiche durch einen Interradius gelegte Verticalebene benachbarte Antimeren von einander abgrenzt. Nach der Zahl der Radien, welche stets derjenigen der Interradien gleich ist, werden die Radiaten als 2, 3, 4, 5 . . . *x*-strahlig bezeichnet. Bei den ungeradstrahligen (3, 5, 7 . . .) fallen stets ein Radius und Interradius in die gleiche Ebene, mit anderen Worten, die Verlängerung eines jeden Hauptstrahles erweist sich als Zwischenstrahl. (Fig. 12 *a*, *b* und Fig. 13.)

Fig. 13.



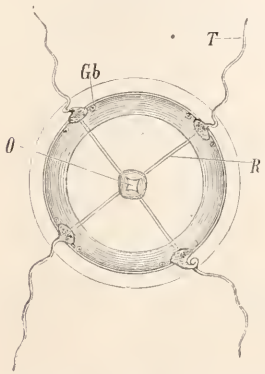
Seestern in schematischer Darstellung. *G* Genitalorgan in den Interradien, *Af* Lage der Ambulacralfüsschenreihen in den Radien (*R*).

Bei den geradstrahligen Radiaten fallen umgekehrt in eine Verticalebene je zwei gegenüberliegende Radien oder zwei ebensolche Interradien. Ein Verticalschnitt, welcher einen Hauptstrahl trifft, nimmt in seiner Verlängerung auch

den Hauptstrahl des gegenüberliegenden Antimers auf. Das vierstrahlige Radiat beispielsweise besitzt demgemäss vier Antimeren, welche durch zwei sich rechtwinkelig kreuzende, die vier Radien treffende Verticalebenen halbirt, durch zwei zwischen diese gelegte Verticalebenen der betreffenden Interradien getrennt werden. (Fig. 14.)

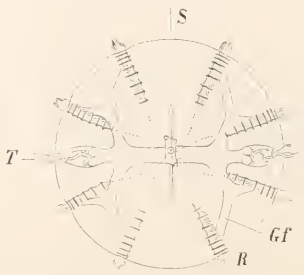
Die *zweistrahlige* Radiatenform (der Ctenophoren oder Rippenquallen) besitzt dagegen nur zwei gegenüberliegende Hauptstrahlen, welche in eine gemeinsame Verticalebene fallen. Die zweite, mit dieser rechtwinkelig sich kreuzende Ebene trifft die Zwischenstrahlen beider Antimeren und trennt diese. Man wird die erstere, in welcher sich die grössere Zahl von Organen wiederholt, als *Transversalebene*, die Ebene der Zwischenstrahlen, der Medianebene der Bilateralthiere entsprechend, als *Sagittalebene* bezeichnen können. (Fig. 15.)

Fig. 14.



Tima-Larve. *O* Mund, *R* Radiärgefäss, *Gb* Gehörbläschen, *T* Tentakel.

Fig. 15.



Zweistrahlige Rippenqualle, vom Scheitelpol gesehen. *S* Sagittalebene, *T* Transversalebene, *R* Rippen, *Gf* Gefässsystem.

Bei der bilateralen Architektonik, die man schon in jedem Antimer der Radiaten durchgeführt findet, ist durch die Längsachse nur eine Ebene, die *Medianebene*, denkbar, mit der Eigenschaft, den Leib in zwei spiegelbildlich gleiche (eine rechte und linke) Hälften zu zerlegen. Man kann diese spiegelbildlich gleichen Hälften den Antimeren gegenüber als *Parameren* bezeichnen. Man unterscheidet am bilateralen Körper ein Vorne und Hinten, ein Rechts und Links, eine Rücken- und Bauchseite. Die unpaaren, in nur einfacher Zahl auftretenden Organe fallen in die Medianebene, zu deren Seite in beiden Körperhälften die paarigen Organe einander gegenüber lagern. Die rechtwinkelig zur *Medianebene* (von rechts nach links) gelegte Ebene, welche die ungleiche Bauch- und Rückenhälfte trennt, wird als *Querebene* bezeichnet. Auch die Antimeren der Radiaten bestehen aus zwei Parameren und sind demnach bilateral, indem sich die durch den Radius gelegte Ebene zu den Theilhälften als Medianebene verhält.

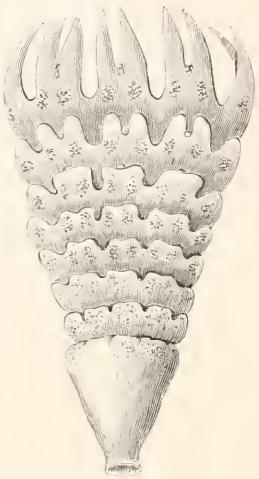
Freilich wird gar oft die ursprüngliche Symmetrie der beiden Körperhälften im Laufe des fortschreitenden Wachsthums gestört, so dass sehr viele Bilateralthiere im ausgebildeten Zustand eine mehr oder minder ausgesprochene Asymmetrie einzelner Organe, beziehungsweise der gesammten Körpergestalt (Lernaeen, Schollen) zeigen können.

Bilaterale und radiäre Architektonik stehen aber keineswegs in unvermitteltem Gegensatze, vielmehr ist die erstere ein aus der radiären Bauart ableit-

barer Specialfall. Auch können Strahlthiere eine bilaterale Gestaltung gewinnen (Stamm und Schwimmglocken der Siphonophoren, irreguläre Echinodermen).

Es können sich aber auch, und dieser Fall kommt besonders häufig bei Bilateralthieren, seltener bei Radiaten (*Strobila*, Fig. 16) vor, in der Längsrichtung die gleichen Organgruppen, beziehungsweise gleichartige Theile derselben Organe wiederholen. Der Körper gewinnt dann eine Gliederung und zerfällt in einzelne hinter einander gelegene Abschnitte, *Segmente* oder *Metameren*, in denen sich die Organisation mehr oder minder gleichartig wiederholt (*Anneliden*). (Fig. 17.) Die hinter einander folgenden Theilstücke können nach Bau und Leistung vollkommen gleichwerthig erscheinen und repräsentiren wie die Antimeren der Radiaten Individuen niederer Ordnung, welche durch Trennung von dem Verbande zur Selbstständigkeit gelangen und längere oder kürzere Zeit lebendig bleiben (*Proglottiden* der *Cestoden*). Bei höherer Organisirung freilich erscheinen die Segmente in viel engerem Verbande und in gegenseitiger Abhängigkeit, büssen dafür aber auch die volle Gleichartigkeit oder Homonomität ein. In demselben Masse, wie die Metameren eine ungleiche Gestaltung gewinnen und mit dieser eine verschiedenartige Bedeutung für das Leben des gegliederten Organismus verbinden, verlieren sie ihre individuelle Selbstständigkeit und sinken zum Werthe von Organcomplexen, beziehungsweise Organen zurück.

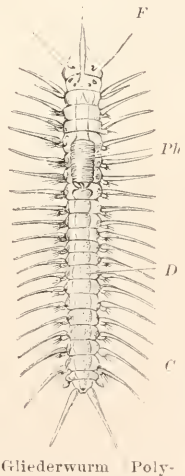
Fig. 16.



Strobila von *Chrysaora*.

Ganz analog der Segmentirung des Individuums kann die Metamerenbildung auch an *polymorphen* Thierstöcken, die an sich den Eindruck des Individuums wiederholen, auftreten. Hier folgen am Stamme hintereinander gleichartige Gruppen verschiedener Individuen, Gruppen, welche einzeln für sich die Bedingungen der Existenz erfüllen und somit von dem gesammten Thierstocke getrennt als Thierstöckchen niederer Ordnung zu leben vermögen (*Diphyes*, *Eudoxia*). (Fig. 18.)

Fig. 17.



Gliederwurm (Polychät). *Ph* Pharynx, *D* Darmcanal, *C* Cirren, *F* Fühler.

Fig. 18.

Stück eines Diphyidenstammes nach R. Leuckart. *D* Deckstück, *GS* Genitalschwimmglocke, *P* Polypit mit Fangfaden. Die Individuengruppe trennt sich als *Eudoxia*.

Die vorausgeschickten Betrachtungen ergeben, dass wenn wir auch verschiedene Individualitätsstufen als Individuen höherer und niederer Ordnung zu unterscheiden haben, wir dieselben doch nicht schablonenmässig in Rangclassen bestimmter Zahl ordnen können. Mögen wir

auch der Zelle die niederste und dem Organ die zweite Rangstufe zuweisen, so würde es doch verfehlt sein, mit E. Haeckel ein Individuum dritter Ordnung als *Person* und ein solches vierter Ordnung als *Cormus* oder Thierstock zu normiren. Nicht nur dass die Bezeichnung „Person" für ungleichwerthige niedere und höhere Stufen verwendet werden musste (Organcomplex einfacher oder zusammengesetzter Form, in einfacher Zahl oder in mehrfacher Wiederholung bei Metameren- oder Antimerenbildung), und Gleiches würde auch vom „Cormus" oder Thierstock gelten, die Unmöglichkeit zwischen Thierstock und Individuum als Organcomplex, sowie zwischen diesem und Organ eine scharfe Grenzlinie zu ziehen, macht es unabweislich, diese Begriffe nicht im Sinne morphologisch festgestellter Gegensätze, sondern im Sinne je nach dem Vergleichsobjecte wechselnder Verhältnissbegriffe aufzufassen und anzuwenden.

Für die Organe gilt die Unterscheidung in solche höherer und niederer Ordnung. Es gibt Organe, welche sich auf die Zelle, beziehungsweise auf einen Complex gleichartiger Zellen (einfache Organe) zurückführen lassen, und solche, an deren Bildung verschiedenartige Zellencomplexe und Zellengewebe betheiligt sind (zusammengesetzte Organe), welche sich häufig zugleich in verschiedene, nach Bau und Leistung ungleichwerthige Abschnitte gliedern. Für die zusammengesetzten Organe höherer Ordnung fungiren die einzelnen Abschnitte und für diese wiederum die Zellenaggregate und die Complexe von Zellenderivaten als untergeordnete Organe, für welche schliesslich die Zelle oder das derselben entsprechende Territorium von Protoplasma als das letzte einfachste Organ dasteht. Zusammengesetzte Organe verschiedener Ordnung bezeichnet man auch wohl als *Organsysteme* (Gefässsystem, Nervensystem) und *Organapparate* (Verdauungsapparat).

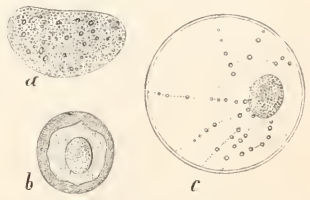
Zelle und Zellengewebe.

Unter Geweben versteht man die Organtheile, insofern sie eine bestimmte, mit Hilfe des Mikroskopes erkennbare, auf die Zelle und deren Derivate zurückführbare Structur besitzen. Dieselben haben physiologisch eine der besonderen Structur entsprechende Function, welche die Gesammtfunction des Organs bestimmt, und können daher auch als Organe niederster Ordnung betrachtet werden. Die letzte Einheit, das Organ niederster Ordnung oder *Elementarorgan* [1]), aus welchem sich die Gewebe aufbauen, ist die Zelle, für die wir bereits hervorgehoben haben, dass die Membran den Werth eines entscheidenden und den Begriff bestimmenden Merkmales nicht besitzt. Die der ursprünglichen Definition entsprechende Bezeichnung Zelle steht daher mit dem Begriffe, wie er sich gegenwärtig entwickelt hat, im Widerspruch, so dass man versucht ist, dieselbe mit Haeckel in Plastid umzuändern. Das Wesentlichste der Zelle

[1]) Th. Schwann, Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Structur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen. Berlin. 1839. Fr. Leydig, Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. Frankfurt a. M., 1857.

liegt auch nicht im Besitze eines Kernes, obwohl derselbe den Zellen höherer Organismen nie fehlt, vielmehr in dem Protoplasma mit seiner besonderen *molekularen Anordnung* und den Functionen der selbstständigen Bewegung, des Stoffwechsels (*Ernährung*, *Assimilation*, *Athmung*), der Fortpflanzung. (Fig. 19.) So bestimmt man im Zelleninhalt eine die Lebenserscheinungen bedingende molekulare Structur anzunehmen hat, so kann diese niemals mit Hilfe der stärksten [1]) Vergrösserungen erkannt werden. Von derselben ganz verschieden ist die in den letzten Jahren mit den verbesserten Hilfsmitteln der Mikroskopie erkannte feine Structur des Protoplasmas. Während noch Max Schultze das Protoplasma als homogene zähflüssige Grundsubstanz betrachtete, in welche zahlreiche Körnchen eingebettet seien, gelang es in neuerer Zeit [2]) zu zeigen, dass diese meist nur scheinbar homogen ist, vielmehr eine feinfaserige netzförmige Structur mit mehr flüssiger Zwischensubstanz (Paraplasma) besitzt. Dieses Netz- oder Fadenwerk (*Filarsubstanz*) wird von Manchen als das ausschliesslich Lebendige, die Bewegungen Bedingende und Unterhaltende angesehen.

Fig. 19.



Kernformen nach R. Hertwig. *a* Zellkern aus den Malpighi'schen Fäden einer Raupe, *b* Heliozoënkern mit Rindenschicht und Nucleolus im Zellsaft, *c* Kern aus dem Seeigelei. Nucleolus in ein protoplasmatisches, vom Kernsaft umgebenes Fadennetz eingebettet.

Das, was man Kern oder Nucleus der Zelle nennt, ist entweder eine feste solide Einlagerung des Protoplasmas oder ein mehr flüssiges, von fester Hülle (Kernmembran) begrenztes Gebilde, welches wiederum meist ein Netzwerk von dichteren Strängen (*Kerngerüst*) nebst ein oder mehrere solide Körperchen (*Nucleolus*) umschliesst. So verschieden auch die Formen sind, unter welchen der Kern auftreten kann, stets enthält derselbe eine flüssige Substanz, den *Kernsaft*, und den für die Function des Kernes vornehmlich bedeutungsvollen dichteren *Kernstoff* (Kerngerüst und Nucleolen). (Fig. 19.) Was sich vom Kernstoff bei Anwendung von Tinctionsmitteln lebhaft färbt, wird als „*Chromatin*" bezeichnet und von der sich nicht färbenden achromatischen Substanz unterschieden.

Eine wichtige und sehr allgemeine Eigenschaft des Protoplasmas ist die Contractilität. Die lebendige Masse zeigt im Zusammenhang mit dem Stoffwechsel Bewegungserscheinungen, welche sich nicht nur in Verschiebungen und Wanderungen fester Partikelchen und Körnen ihres zähflüssigen Inhaltes,

[1]) Das kleinste mit Hilfe der stärksten Vergrösserungen noch unterscheidbare Theilchen ist hinsichtlich seiner molekularen Structur ein sehr zusammengesetzter Körper, in welchem Millionen von Molekülen in bestimmter Anordnung gedacht werden müssen.

[2]) Vergl. C. Frommann, Zur Lehre von der Structur der Zellen, Jenaer naturw. Zeitschrift, Tom. IX, 1875; Strasburger, Studien über Protoplasma. Ebendaselbst, Tom. X, 1876; ferner G. Retzius, Studien über Zelltheilung. Biologische Untersuchungen. Stockholm, 1881; W. Flemming, Zellsubstanz, Kern, Zelltheilung. Leipzig, 1882; C. Rabl, Ueber Zelltheilung. Morphologisches Jahrbuch, Tom. X, 1885.

sondern auch in Formveränderungen der gesammten Zelle äussern. Ist freilich durch Verdichtung der peripherischen Grenzschicht des Protoplasmas, beziehungsweise einer hellen ausgeschiedenen Zone desselben eine *Zellmembran* entstanden, mit anderen Worten, hat die Zelle Bläschenform gewonnen, so werden die Veränderungen der Formumrisse beschränkter sein müssen, im anderen Falle aber geben sich die Verschiebungen der Theile in einem langsamen oder rascheren Formenwechsel der äusseren Gestalt kund. Die Zelle zeigt dann sogenannte *amoeboide* Bewegungen, sie sendet Fortsätze aus, zieht dieselben wieder ein und vermag mittelst solcher Verschiebungen der Protoplasmatheile sogar ihre Lage zu ändern. Es sind vornehmlich jugendliche, noch indifferente Zellen, welche in dieser membranlosen Form mit der Fähigkeit der Gestaltveränderung auftreten; im weiteren Verlaufe ihrer Entwicklung bilden sie häufig eine Zellmembran, die somit nicht, wie man früher glaubte, ein nothwendiger Bestandtheil der Zelle an sich, sondern nur ein Merkmal der fortgeschritteneren Ausbildung einer weiter differenzirten Zelle ist.

Ursprung der Zelle. Zellentheilung. Die Zelle leitet ihren Ursprung, soweit unsere Erfahrungen reichen, von anderen Zellen ab: eine freie Zellbildung im Sinne Schwann's und Schleiden's, bezeichnet durch vorausgegangene Entstehung von Kernen (Cytoblasten) in einer bildungsfähigen organischen Materie, ist nicht nachgewiesen. Nur insofern die letztere durch das Plasma der Zelle selbst oder das verschmolzene Plasma zahlreicher Zellen (Plasmodien) repräsentirt wird, könnte man von einer freien Zellbildung (z. B. Sporenbildung der Myxomyceten), sprechen, welche freilich von der Neubildung innerhalb der Mutterzelle nicht abzugrenzen und als eine Modification der sogenannten endogenen Zellenerzeugung zu betrachten ist. Diese aber gestattet eine Zurückführung auf die so sehr verbreitete Vermehrung der Zellen durch *Theilung.* Nachdem die Zelle in Folge der Aufnahme und Verarbeitung von Nährstoffen bis zu einer gewissen Grösse herangewachsen ist, sondert sich das Protoplasma — meist nach voraus eingetretener Kerntheilung — in zwei nahezu gleiche Portionen, von denen jede einen Kern aufnimmt. Die Kerntheilung ist entweder eine directe oder vollzieht sich, wie man für zahlreiche Fälle nachweisen konnte, unter eigenthümlichen Differenzirungen und Veränderungen (*Karyokinese,* Mitose). Man glaubte früher, dass der Mutterkern der Zelle zu Grunde gehe und zwei neue Kerne gebildet würden. Es hat sich aber herausgestellt, dass der Kern im Zusammenhange mit Veränderungen, die er erfährt, nur undeutlich und schwer sichtbar wird. Derselbe gestaltet sich nämlich zu einer hellen Kernspindel mit feiner Längsstreifung und einer äquatorialen Anhäufung der Kernsubstanz, welche man (Bütschli) zuerst Kernplatte nannte. Um die Pole der Spindel ordnen sich zugleich die Körnchen des Protoplasmas im Umkreis einer hellen Flüssigkeit als strahlenartige Streifen (Strahlenfigur), welche auf lebhafte Bewegungsvorgänge in der Substanz des Plasmas hinweisen. Eingehende neuere Untersuchungen haben dann ergeben, dass das, was man in der sogenannten Kernplatte für

körnige Granulationen hielt, in Wahrheit aus einem eigenthümlichen Fadenknäuel einer bei Anwendung von Tinctionsmitteln sich intensiv färbenden Kernsubstanz (*Chromatin*) besteht, und dass die Veränderungen dieses Fadenknäuels bei der Bewegung seiner beiden Segmente nach den Polen der Kernspindel hin auf complicirteren Vorgängen beruhen (Fig. 20); es stammen diese Fadenschlingen aus den chromatinhaltigen Theilen sowohl der Nucleolen als des Kerngerüstes, welches sich während der Kernspindelbildung in diese Fadenknäuel und Faserzüge umgestaltet. Diese Kernfigur setzt sich bei der karyokinetischen Zelltheilung aus einem achromatischen Theile, der Kernspindel, und aus der chromatischen Figur zusammen. Die letztere entspricht den Fadenschlingen, welche während des Theilungsvorganges eine regelmässige Reihe von

Fig. 20.

Epidermiszellen der Salamanderlarve im Zustande der karyokinetischen Theilung nach C. Rabl. *a b* Stadien des Muttersterns, *c* Stadium der Umordnung, *d* erstes Stadium der Tochtersterne, *e* zweites Stadium derselben, *f* Tochterknäuel nach vollzogener Theilung des Zellleibes.

Veränderungen durchläuft. Zuerst bilden die Fadenschlingen einen den Kern durchziehenden Knäuel (Knäuelform des Mutterkerns, Spirem), der sich dann in zahlreiche Stücke theilt, welche wiederum der Länge nach in zwei Hälften gespalten sind. Später gewinnen diese Fadensegmente eine regelmässige Anordnung und stellen sich quer zur Längsachse der inzwischen auftretenden Kernspindel, um, gegen den Aequator derselben zusammengezogen, die Form von Schleifen anzunehmen, deren Winkel nach dem Centrum gewendet sind, während die Schenkel nach Aussen gewendet sind. Die Kernfigur ist in das Stadium der Sternform (F l e m m i n g) oder des *Muttersterns* (Fig. 20 *a, b*) eingetreten (S t r a s b u r g e r's Kernplattenbildung). Nun folgt eine Umordnung der Elemente, indem die durch Längsspaltung entstandenen Hälften jeder Schleife

auseinanderweichen und sich entgegengesetzten Polen zuwenden. (Stadium der Umordnungsphase oder *Metakinese*, Fig. 20 *c*.) Indem nun die Schleifenhälften gegen die Pole vorrücken und wiederum die Sternform annehmen, tritt die Kernfigur in das Stadium der Sternform der Tochterkerne (*Tochtersterne*) (Fig. 20 *d*, *e*), dann verbinden sich die Schleifen jedes Sternes zur Herstellung eines Fadenknäuels (Knäuelform der Tochterkerne) (Fig. 20 *f*), der sich schliesslich in das Kerngerüst des Tochterkernes auflöst.

Sind die Producte der Zelltheilung ungleich, so dass man die kleine Portion als ein abgelöstes Wachsthumsproduct der grösseren betrachten kann, so nennt man die Fortpflanzungsform *Sprossung*. Bei der *endogenen* Zellvermehrung handelt es sich um Neubildung von Tochterzellen innerhalb der Mutterzelle. Das Protoplasma theilt sich nicht auf dem Wege fortschreitender Einschnürung und Abtrennung in zwei oder mehrere Portionen, sondern differenzirt sich im Umkreis von neugebildeten Kernen, neben denen der ursprüngliche Zellkern fortbestehen kann, in Protoplasmaballen.

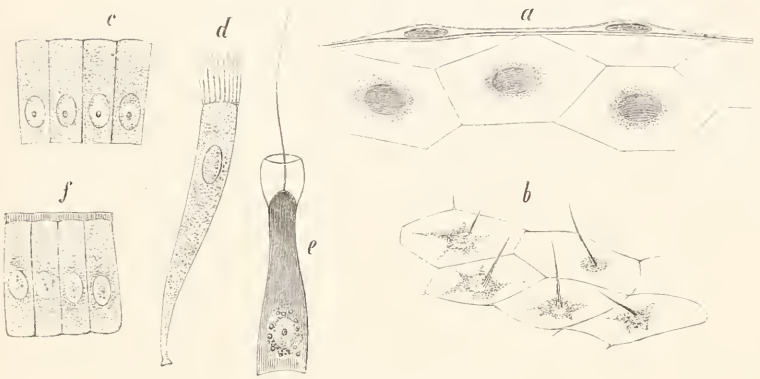
Die Eizelle, welche wir als Ausgangspunkt für die Entwicklung des Organismus zu betrachten haben, erzeugt auf verschiedenem Wege der Zellenvermehrung das Material von Zellen, welches zur Bildung der Gewebe Verwendung findet. Gruppen von ursprünglich indifferenten und gleichgestalteten Zellen sondern sich und nehmen eine veränderte Gestaltung an: die zugehörigen Elemente erleiden eine untereinander ungleichartige Differenzirung und erzeugen aus sich und ihren Derivaten eine bestimmte Form von Zellengewebe, welches eine der Besonderheit seiner Structur entsprechende Function gewinnt. Die Sonderung von Gruppen differenter, zur Anlage verschiedener Gewebe führender Zellen bereitet zugleich die Arbeitstheilung der aus jenen zusammengesetzten Organe vor, mit denen sie in übereinstimmender Weise nach der allgemeinsten Unterscheidung der Functionen des thierischen Organismus in *vegetative* und *animale* eingetheilt werden. Die ersteren beziehen sich auf die Ernährung und Erhaltung des Körpers, die animalen dagegen dienen zu den dem Thiere ausschliesslich (im Gegensatz zur Pflanze) eigenthümlichen Functionen, zur Bewegung und Empfindung. Die vegetativen Gewebe wird man zweckmässig in zwei Gruppen, in Zellen und Zellenaggregate (Epithelien) und in Gewebe der Bindesubstanz eintheilen und die animalen in Muskel- und Nervengewebe unterscheiden. Freilich handelt es sich lediglich um eine die Uebersicht der Gewebsformen erleichternde, sowie zur Beurtheilung der Verwandtschaft brauchbare Eintheilung, die nicht auf scharfe Abgrenzung ihrer Gruppen Anspruch machen kann.

1. Zellenaggregate und freie Zellen.

Die Zellen sind als solche erhalten und treten entweder als nebeneinander gelagerte, flächenhaft ausgebreitete Aggregate oder in flüssigen Medien frei und isolirt auf. Diese letztere Form des Vorkommens ist der ersteren gegenüber als secundäre zu betrachten, indem Zellen aus gemeinsamen Aggregaten frei wurden und in ein verschieden erzeugtes flüssiges Medium gelangten.

Das *Epithel* (*Epithelialgewebe*). Flächenhaft angeordnete Zellaggregate bilden die *Epithelien*, welche in einfacher oder mehrfacher Schichtung ihrer

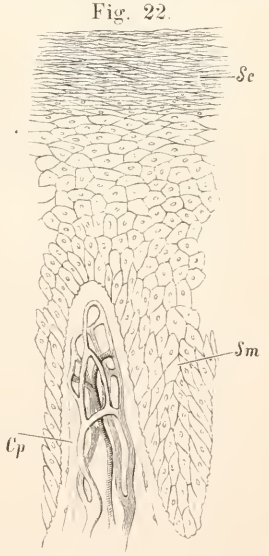
Fig. 21.



Verschiedene Epithelzellen. *a* Pflasterzellen, *b* Plattenzellen mit Geisselhaaren (von einer Meduse), *c* Cylinderzellen, *d* Wimperzelle, *e* Geisselzelle mit Kragensaum (Spongie), *f* Cylinderzellen mit porösem Saum (Dünndarmepithel).

Zellenlagen die äussere sowohl als die innere Fläche des Körpers, sowie die Binnenräume des letzteren (*Endothel*) überkleiden. Schon in der Grundform der Metazoen, der einschichtigen *Blastula*, finden wir die epitheliale Anordnung der Zellen als einfache an der Oberfläche ausgebreitete Lage (*Blastoderm*). Demnach ist das Epithel die ursprüngliche und älteste Form der Gewebe.

Fig. 22.



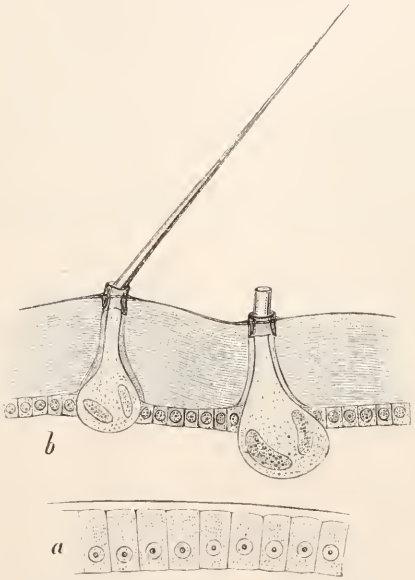
Geschichtetes Epithel von der Epidermis eines höheren Wirbelthieres. Schematisch. *Sc* Stratum corneum. *Sm* Stratum malpighianum. *Cp* Gefässpapille der Cutis.

Nach der verschiedenen Form der Zellen unterscheidet man Cylinder-, Flimmer- und Pflasterepithelien. (Fig. 21.) Im ersteren Falle sind die Zellen durch Vergrösserung der Längsachsen cylindrisch, im zweiten Falle tragen sie auf der freien Fläche schwingende Wimpern oder Flimmerhaare, deren Substanz mit dem lebenden Protoplasma der Zelle in Continuität steht. Ist es nur ein einziges starkes Wimperhaar, welches an der (zuweilen auch flachen) Zelle hervorragt, so nennt man diese *Geisselzelle* (Kragenzellen von Spongien). Verschmelzen benachbarte Wimperhaare reihenweise, so entstehen schwingende Platten (Wimperplatten der *Ctenophoren*). Bei den Pflaster- oder Plattenepithelien handelt es sich um flache abgeplattete Zellen, die, wenn sie in mehreren Schichten auftreten, in den tieferen mehr und mehr der rundlichen Zellenform weichen. (Fig. 22.) Während die unteren lange ihren weichflüssigen Charakter bewahren und in lebhafter Zelltheilung und Wucherung begriffen sind, zeigen die oberen eine

festere Beschaffenheit, verhornen allmälig und stossen sich als Schüppchen oder zusammenhängende Plättchen ab (Epidermis), um durch die Neubildungen der unteren Lagen ersetzt zu werden.

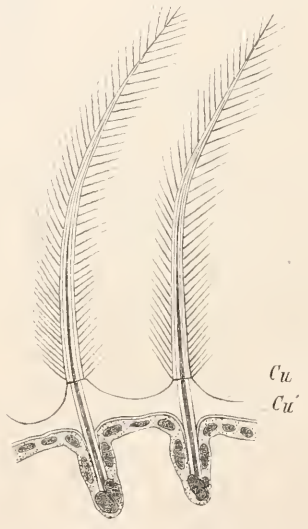
Mächtige geschichtete Lagen von verhornten und fest miteinander vereinigten Plattenzellen führen zu der Entstehung von schwieligen oder hornigen Hartgebilden (Nägel, Krallen, Hufe), welche ebenso wie die epidermoidale aus Haaren, Federn, Schuppen bestehende Bekleidung als äusseres Schutzskelet fungiren können. Während man lange Zeit die Zellen der Epithelien als isolirte Elemente betrachtete, welche nur durch eine Kittsubstanz zu fest zusammenhängenden Lagen vereinigt seien, hat man in neuerer Zeit erkannt, dass die Zellen in jüngerem und minder differenzirtem Zustande an ihren angrenzenden

Fig. 23.



Cuticula und Hypodermis. *a* der *Corethra*-Larve, *b* einer *Gastropacha*-Raupe mit zwei Giftdrüsen unterhalb zweier Haarborsten.

Fig. 24.



Cu Cuticula mit Borsten im Zustande der Häutung. *Cu'* neugebildete Cuticula *(Branchipus)*.

Flächen durch Protoplasmafädchen miteinander verbunden sind und erst bei höherer Differenzirung zugleich mit der Membranbildung diesen Zusammenhang verlieren.

An der freien Oberfläche erscheint die Entstehung einer membranösen Grenzschicht durch Umwandlung des äusseren Protoplasmas besonders begünstigt; daher trifft man an diesem Theile der Zelle häufig einen verdickten und erhärteten Saum an. Die veränderte Protoplasmaschicht erscheint an der freien Fläche zu einem dicken Saume verstärkt, der bei ungleichmässiger Verdichtung eine senkrechte Streifung als Ausdruck von Stäbchen und zwischen denselben befindlichen Poren gewinnen kann (Dünndarmepithel, Epidermiszellen von *Petromyzon*) und durch diese Porencanälchen die Aufnahme und Abgabe von Stoffen vermittelt.

Cuticularbildungen. Fliessen die verdickten und erhärteten Säume einer Zellenlage zu einer continuirlichen membranösen Schicht zusammen, welche eine gewisse Selbstständigkeit gewinnt und sich abhebt, so erhalten wir *Cuticularmembranen*, welche homogen oder geschichtet (Fig. 23 *a*, *b* und 24) sind und mancherlei Sculpturverhältnisse zeigen können. In der Regel entstehen dieselben an der äusseren freien Fläche, können aber auch an der Basis gebildet werden (Basalmembran). Die zur *Cuticularmembran* zugehörige Zellenschicht wird im ersten Falle als Matrix derselben oder als Hypodermis bezeichnet. Häufig bleiben an der *Cuticularmembran* die den einzelnen Zellen entsprechenden Bezirke als polygonale Felder umschrieben, und neben den sehr feinen Porencanälchen treten grössere, durch eingeschobene Fortsätze der Zellen erzeugte Porengänge auf. Diese führen wiederum zu dem Auftreten mannigfacher Cuticularanhänge, die sich als Haare, Borsten, Schuppen etc. auf Porengängen erheben und als Matrix ihre besonderen Zellen oder deren Ausläufer umschliessen. Cuticularmembranen können eine sehr bedeutende Dicke und durch Aufnahme von Kalksalzen einen hohen Grad von Festigkeit erlangen (Chitinpanzer der Krebse), so dass sie als Skeletgewebe Verwerthung finden, wie sie überhaupt eine scharfe Abgrenzung von gewissen Formen der Bindesubstanz nicht gestatten. Die cuticularen Häute bleiben den unterliegenden Zellen ihrer Matrix entweder dicht angelagert oder heben sich z. B. als schützende Röhren ab (Hydroidpolypen). Aber auch im ersteren Falle werden sie oft zu bestimmten Zeiten abgestossen und erneuert (*Häutung* der Würmer und Arthropoden). Indessen nicht nur an der oberen oder basalen Fläche, auch im Innern der Zelle gibt es Abscheidungen erhärtender Substanzen, die zu Skeletbildungen verwendet werden können (Kalknadeln, Kieselkörner) oder cuticulare Röhrchen darstellen (einzellige Drüsen der Insecten).

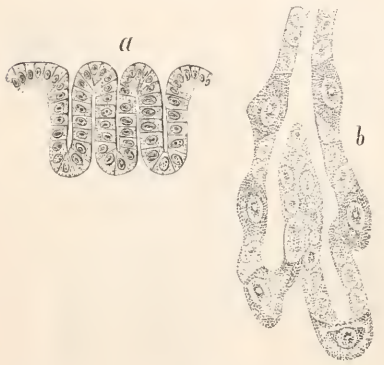
Fig. 25.

Einzellige Drüsen. *a* Becherzellen aus dem Dünndarmepithel eines Vertebraten, *b* einzellige Hautdrüsen von *Argulus* mit langem Ausführungsröhrchen, *c* einzellige Hautdrüsen von Insecten mit cuticularem Ausführungsröhrchen.

Drüsen. Im Gegensatze zu den Cuticularbildungen, welche als erhärtete Absonderungsproducte von Zellen entstehen und als stützende und formbestimmende Gewebstheile im Verbande mit dem Organismus bleiben, gibt es flüssige Absonderungen, welche sich auf den Werth von formlosen, aber in chemischer Beziehung oft bedeutungsvollen *Secreten* (beziehungsweise *Excreten*, wenn dieselben als Auswurfsstoffe entfernt werden) beschränken. Mit der Erzeugung solcher Absonderungen wird das Epithelium zum Drüsengewebe. Im einfachsten Falle ist die Drüse aus einer einzigen Zelle gebildet, welche durch die freie Oberfläche ihrer Membran oder durch eine Oeffnung

derselben Stoffe austreten lässt. (Fig. 25.) Nicht selten werden zwei Zellen, die eine als Drüse, die andere als Ausführungsgang verwendet (*Branchipus*). Gehen zahlreiche Zellen in die Bildung der Drüse ein, so gruppiren sich dieselben im einfachsten Falle um einen centralen, das Secret aufnehmenden Raum; die Drüse erscheint dann in Form eines Sackes oder Blindschlauches, der, als Einsenkung des Epithels in die tieferen Gewebe entstanden, sowohl an der äusseren Körperfläche als an der Darmfläche auftritt. Aus dieser Grundform sind die grösseren und complicirteren Drüsen auf dem Wege fortgesetzter, gleichmässiger oder ungleichmässiger Ausstülpung abzuleiten. Während die Form derselben überaus wechselt (*tubulöse — acinöse* Drüsen), kommt ihnen wohl allgemein durch Umgestaltung des gemeinsamen Endabschnittes ein Ausführungsgang zu, eine Arbeitstheilung, welche auch schon an einfachen Drüsenschläuchen, ja sogar an der einzelligen Drüse auftreten kann. (Fig. 26.) Ausser dem das Drüsenlumen auskleidenden Epithel betheiligen sich an der Herstellung der Drüse sehr allgemein noch Gewebe der Bindesubstanz, welche zunächst das die Epithelzellen tragende Gerüst (*Tunica propria*) liefern, überall da aber noch im reicheren Masse Verwendung finden, wo Blutgefässe und Nerven in die Drüsen eintreten und die secretorische Thätigkeit derselben beeinflussen. Diese wird im Wesentlichen bestimmt durch die besondere Beschaffenheit des Drüsenepithels und beruht auf einer Abscheidung von Substanzen aus dem Protoplasma, welche sich im Lumen der Drüsen sammeln und durch die Oeffnung desselben austreten. In anderen Fällen ist die Absonderung an den Zerfall und Untergang von Drüsenzellen geknüpft, deren Substanz gewissermassen in der Secretbildung aufgeht. Dann ist das Epithel meist mehrschichtig und eine Regeneration aus den tieferen Zellenschichten nachweisbar.

Fig. 26.



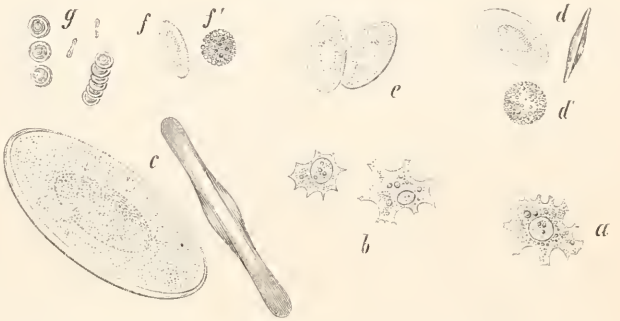
Labdrüsen *a* in der Entstehung als Einstülpungen des Epithels, *b* fertige Labdrüse.

Sinneszellen. Endlich können Epithelien, im Anschluss an das Auftreten von Sinnesorganen in besonderer Weise umgestaltet, als percipirende Endapparate der Nerven Verwendung finden und werden alsdann zu *Sinnesepithelien*, deren Zellen meist einen langgestreckten verschmälerten Zellenleib mit erweitertem kernhaltigen Abschnitt und am freien Ende cuticulare Differenzirungen in Härchen- oder Stäbchenform besitzen. An der Basis stehen diese Sinneszellen, welche entweder mehr vereinzelt und von indifferenten Zellen (Stützzellen) umlagert oder in grösserer Zahl gehäuft unter Ausschluss jener die Epithellage bilden, mit den Endfibrillen sensibler Nerven in directem Zusammenhang.

Freie Zellen. Zu den isolirt auftretenden Zellen gehören die Zellen des Blutes, des Chylus und der Lymphe. Sowohl das in der Regel farblose Blut der Wirbel-

losen, als das mit seltenen Ausnahmen rothe Blut der Wirbelthiere besteht aus einem flüssigen eiweissreichen (Gerinnung, Faserstoff, Serum) Plasma und zahlreichen in demselben suspendirten Blutkörperchen. Diese fehlen ausser bei den einzelligen Protozoen auch bei niederen Metazoen, in deren Körper man noch nicht ein discretes Blut zu unterscheiden vermag, dasselbe vielmehr durch einen die Gewebe durchtränkenden Saft ersetzt findet (Coelenteraten, parenchymatöse Würmer). Sie treten bei den übrigen Wirbellosen als unregelmässige, oft spindelförmige Zellen mit der Fähigkeit amoeboider Bewegungen auf. Bei den Wirbelthieren finden wir im Plasma rothe Blutkörperchen (entdeckt von Swammerdam beim Frosch) in so grosser Zahl und dichter Häufung, dass das Blut für das unbewaffnete Auge das Aussehen einer homogenen rothen Flüssigkeit gewinnt. Es sind dünne Scheibchen von ovalem, nahezu elliptischem oder kreisförmigem (Säugethiere) [1]) Umrisse, im ersteren Falle kernhaltig, im letzteren kernlos (die Entwicklungszustände ausgenommen). (Fig. 27.) Dieselben enthalten den Blutfarbstoff, das *Haemoglobin*, welches beim Austausch der Athemgase eine grosse Rolle spielt (indem dasselbe Sauerstoff im Respirationsorgan aufnimmt und in den Capillaren der Organe abgibt), und gehen wahrscheinlich aus den farblosen Blutkörperchen hervor, die im normalen Blute stets in sehr geringer Menge enthalten sind. Die farblosen Blutkörperchen sind echte Zellen von überaus veränderlicher Form mit amoeboiden Bewegungen (*Phagocyten*, Auswanderung in die Gewebe, Neubildungen etc.) und stammen aus den Lymphdrüsen, in denen sie als Lymph-Chyluskörperchen ihre Entstehung nehmen, um mit dem Lymphstrom in das Blut zu gelangen. Bei den Wirbellosen sind ausschliesslich amoeboide farblose Blutzellen vorhanden, welche den Lymphkörperchen der Wirbelthiere an die Seite gestellt werden können, doch ist nicht selten das Plasma gefärbt und in manchen Fällen sogar haemoglobinhaltig und röthlich tingirt.

Fig. 27.



Blutzellen nach Ecker. *a* farblose Blutzelle aus dem Herzen der Teichmuschel (*Anodonta*), *b* der Raupe von *Sphinx*, *c* rothes Blutkörperchen von *Proteus*, *d* der glatten Natter, *d'* Lymphkörperchen derselben, *e* rothes Blutkörperchen des Frosches, *f* der Taube, *f'* Lymphkörperchen derselben, *g* rothe Blutkörperchen des Menschen.

Zu den freien Zellen gehören ferner die Eizellen und Spermatoblasten, welche sich aus dem epithelialen Lager von der Wandung des Ovariums und Hodens gesondert haben, sowie die aus dem Inhalt der Spermatoblasten er-

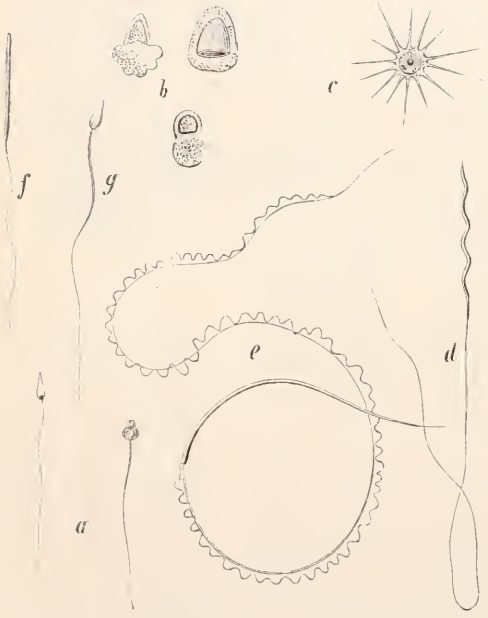
[1]) Elliptisch unter den Säugern beim Kameel und Lama, kreisförmig unter den Fischen bei *Petromyzon*.

zeugten, häufig frei beweglichen Zoospermien, deren Form und Grösse überaus wechselt. Wohl immer repräsentiren dieselben eine modificirte Zelle, häufig eine sehr kleine Geisselzelle mit Kopf (Kern und Plasmarest). In manchen Fällen erscheint der Kopf fadenförmig verlängert oder schraubenförmig gewunden (Vögel, Selachier). Auch kann derselbe ganz zurücktreten und das Zoosperm haarförmig werden (Insecten). Sodann gibt es hutförmige Samenkörper (Nematoden) und solche, welche als Strahlenzellen in zahlreiche Fortsätze auslaufen (Decapoden). (Fig. 28.)

2. Die Gewebe der Bindesubstanz.

Man begreift unter diesen eine grosse Zahl verschiedenartiger Gewebe, die morphologisch in dem Vorhandensein einer mehr oder minder mächtigen, zwischen den Zellen (Bindegewebskörperchen) abgelagerten Grundsubstanz, *Intercellularsubstanz*, übereinstimmen und grossentheils zur Verbindung und Umhüllung anderer Gewebstheile, zur Stütze und Skeletbildung verwendet werden. Dieselben entwickeln sich in der Regel aus Zellenmassen des Mesoderms. Die Intercellularsubstanz, welche für die Function des Gewebes in den Vordergrund tritt, nimmt ihre Entstehung durch Abscheidung von Zellen, beziehungsweise Umformung peripherischer Theile des Protoplasmas, ist also genetisch von der Zellmembran und deren Differenzirungen, wie wir sie in den Verdickungsschichten und Cuticularbildungen antreffen, nicht scharf abzugrenzen. Auch können die von dem Protoplasma bereits erzeugten Zellwandungen durch Zusammenfliessen oder Einschmelzung in die Grundsubstanz zur Vermehrung derselben beitragen. In der Regel gelangt die letztere in der ganzen Peripherie der Zelle zur Absonderung, indessen kommt dieselbe in manchen Geweben nur einseitig zur Abscheidung (Zahnbein, Dentin), oder es wird oberflächlich eine flüssige Schicht abgeschieden, welche erst durch secundäre Einwanderung von Zellen den Charakter der Grundsubstanz gewinnt (*Secretgewebe*, Acalephen, Rippenquallen, Echinodermenlarven — Mantel der Tunicaten). Andererseits können solche

Fig. 28.



Zoospermien *a* von Medusen, *b* des Spulwurms, *c* von einer Krabbe, *d* vom Zitterrochen, *e* vom Salamander (mit undulirender Membran), *f* vom Frosch, *g* eines Affen (*Cercopithecus*).

Zellen (Mesenchymzellen) sich wieder epithelartig (Endothel) anordnen, so dass auch nach dieser Richtung der scharfe, etwa genetisch zu begründende Gegensatz zwischen Epithel und Gewebe der Bindesubstanz verwischt wird.

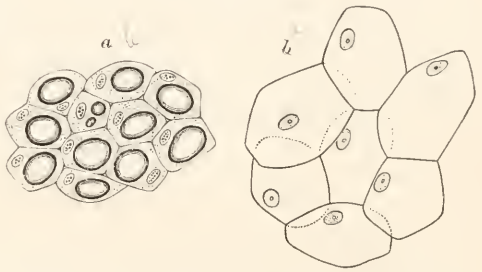
Zelliges Bindegewebe.

Solche Bindegewebsformen zeigen in einzelnen Modificationen mannigfache Beziehungen zu dem Epithel mit seinem einseitigen als Cuticularsubstanz bekannten Ausscheidungsproduct und können oft nicht streng von jenen geschieden werden.

Bleibt die intercellulare Grundsubstanz auf ein Minimum beschränkt, so erhalten wir das *zellige* oder *grossblasige* Bindegewebe, welches namentlich bei Medusen, Mollusken, Crustaceen und Würmern, minder verbreitet bei Wirbelthieren auftritt.

Oft wird das Protoplasma dieser Zellen durch Ansammlung von Flüssigkeit mehr oder minder verdrängt, so namentlich in dem vacuolirten Gewebe der Chorda dorsalis, deren Zellen sich wie grosse aneinander gedrängte Blasen mit meist wandständigen Kernen ausnehmen. (Fig. 29 *a*.) In anderen Fällen kommen die Flüssigkeitsansammlungen in ein Maschennetz zarter Stränge zu liegen, während die Grenzen der Zellen undeutlich werden (zelliges Parenchym der Platoden). Auch können Fettkugeln im Innern des Protoplasmas abgelagert werden (*Nebalia*) und dieses bis auf eine wandständige Lage verdrängen. (Fig. 29 *b*.) Offenbar steht dasselbe der embryonalen Form des Bindegewebes, welche aus dicht gedrängten, noch indifferenten Embryonalzellen besteht, nahe.

Fig. 29.



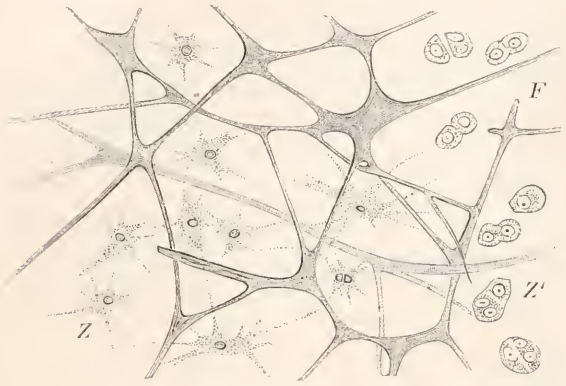
a Chordazellen einer Larve von *Salamandra*. *b* Grosszelliges Bindegewebe mit Fettkugeln von *Nebalia*.

Schleim- und Gallertgewebe.

Als solches bezeichnet man Formen von Bindesubstanz, welche sich bei grossem Wassergehalte durch die hyaline, gallertige Grundsubstanz charakterisiren. Die Zellen verhalten sich im Besonderen überaus verschieden, zeichnen sich aber im Allgemeinen durch eine grosse Beweglichkeit aus, die ein Wandern in der Zwischengallerte unter amoeboiden Erscheinungen der Formveränderung und Aufnahme fester Partikelchen möglich machen. Häufig entsenden dieselben zarte Fortsätze, selbst verzweigte Ausläufer, die mit einander anastomosiren und Netze bilden. Daneben aber können sich auch Theile der Zwischensubstanz in Bündel von Fasern differenziren (Wharton'sche Sulze des Nabelstranges).

Solche Gewebsformen treffen wir bei wirbellosen Thieren, z. B. bei den Heteropoden und Medusen (Fig. 30) an, deren Gallertscheibe freilich bei Reduction oder völligem Ausfall der Zellen (Hydroidquallen, sowie Schwimmglocken von Siphonophoren) in eine homogene weiche oder erhärtete Gewebslage (Stützmembran der Polypomedusen) überführt, welche ihrer Entstehung nach als einseitige Zellausscheidung von flüssig oder gallertig gebliebenen Cuticularbildungen nicht zu trennen ist. Aehnlich verhält es sich mit dem sogenannten Secretgewebe der jugendlichen Rippenquallen, in welches später erst Zellen einwandern. Das Gleiche gilt von der Gallertsubstanz der Schirmquallen, sowie vom Gallertkern der Echinodermenlarven.

Fig. 30.

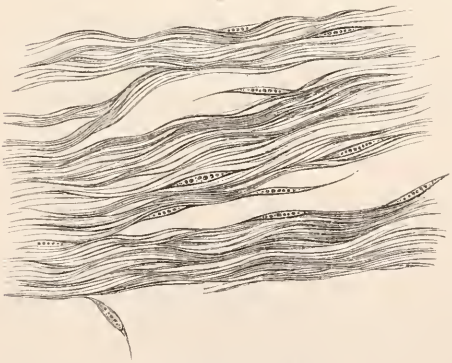


Gallertgewebe von *Rhizostoma*. *F* Fasernetz, *Z* Zellen mit Fortsätzen, *Z'* dieselben in der Theilung aus einer anderen Partie des Objectes.

Fibrilläres Bindegewebe.

Eine bei Wirbelthieren sehr verbreitete Form der Bindesubstanz ist das sogenannte *fibrilläre Bindegewebe* (Fig. 31) mit vorwiegend spindelförmigen oder auch verästelten Zellen und einer festeren, ganz oder theilweise in Faserzüge zerfallenden Zwischensubstanz, welche die Eigenschaft besitzt auf Zusatz von Säuren oder Alkalien aufzuquellen und beim Kochen Leim zu geben. Zwischen den Faserbündeln treten an vielen Stellen Lücken und Spalten auf, in denen sich eine mit der Lymphe identische Flüssigkeit sammelt. Diese Spalträume des Bindegewebes stellen die Anfänge des Lymphgefässsystems dar, dessen geformte Elemente oder Lymphkörperchen (mit den farblosen Blutzellen identisch) von den Bindegewebszellen abzuleiten sein dürften. Wird das Protoplasma der Zellen grossentheils oder vollständig zur Faserbildung verbraucht, so entstehen Fasergewebe mit eingelagerten Kernen an Stelle der ursprünglichen Zellen. Sehr häufig zeigen die Fasern eine wellig gebogene Form und sind in nahezu gleicher Richtung parallel geordnet (Bänder, Sehnen). In anderen Fällen freilich kreuzen sie sich winkelig

Fig. 31.



Fibrilläres Bindegewebe.

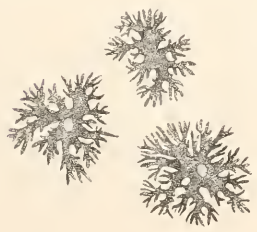
in verschiedenen Richtungen des Raumes (Lederhaut), oder sie zeigen eine netzförmige Anordnung (Mesenterium). Je nach der verschieden dichten Gruppirung der Fasern hat man lockere und straffe Formen von Bindegewebe zu unterscheiden, von denen die ersteren, überall in den Organen verbreitet, die Elemente derselben verpacken und die Blutbahnen begleiten, während das straffe Bindegewebe mit einem viel festeren Gefüge seiner Theile vornehmlich in den die Muskeln mit den Knochen verbindenden Sehnen und Bändern, sowie den Fascien und Aponeurosen Verwendung findet.

Fig. 32.

a Elastische Fasern, *b* Netze.

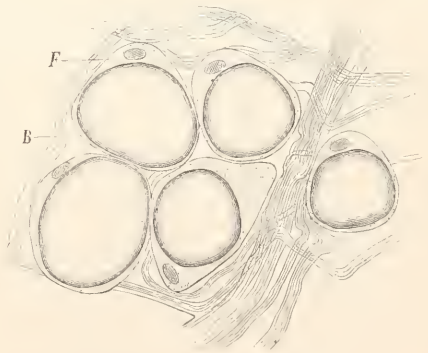
Neben den gewöhnlichen Fibrillen und Bündeln von Fibrillen, welche bei Behandlung von Säuren und Alkalien aufquellen, erscheint eine zweite Form von Fasern jenen Reagentien gegenüber resistent. Es sind dies die *elastischen* Fasern, wie sie wegen der Beschaffenheit der vornehmlich aus ihnen gebildeten elastischen Gewebe genannt werden. Dieselben zeigen eine Neigung zur Verästelung und zur Bildung von Fasernetzen und erlangen oft eine bedeutende Stärke (Nackenband, *ligamenta flava*, Arterienwand). Auch können dieselben verbreitert und zu durchlöcherten Häuten und Platten (gefensterten Membranen) verbunden sein. (Fig. 32.)

Fig. 33.



Pigmentzellen aus der Haut von *Cobitis barbatula*.

Fig. 34.



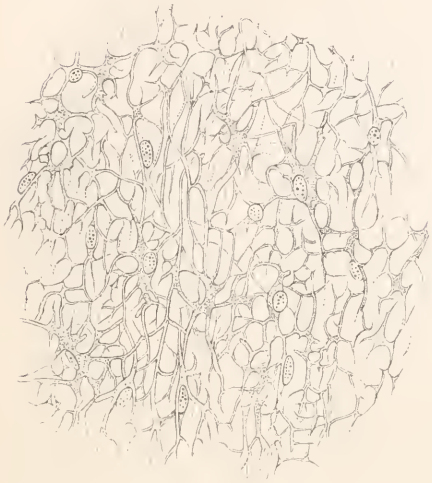
Fettgewebe, nach Ranvier.
F Fettzellen, *B* Bindegewebsfibrillen.

Die Zellen des Gewebes erfahren nicht selten Veränderungen, indem sich in ihrem Protoplasma Pigmente und Fettkügelchen ablagern. Im ersteren Falle können bei dichterer Häufung der meist bräunlichen Pigmentkörnchen im Inhalte der ramificirten Zellen bräunlich bis schwarz gefärbte Häute entstehen (Fig. 33), im zweiten Falle wird das Bindegewebe zum *Fettgewebe,* welches in innigem Zusammenhange mit einer reichlichen Ernährung besonders in der Umgebung der Gefässe zur Entwicklung gelangt. (Fig. 34.)

Reticuläres oder adenoides Gewebe.

Als solches unterscheidet man eine Bindegewebsform mit einem Netzwerk feiner Fasern an Stelle der Fibrillenbündel und mit Kernen, welche, meist von nur spärlichen Protoplasmaresten umgeben, in den Knotenpunkten des Netzes liegen. (Fig. 35.) Eine grosse Rolle spielen die Lücken und Spalträume, welche indifferente, hie und da in Theilung begriffene Zellen enthalten und von Lymphe durchströmt werden. Es steht diese Bindegewebsform als *adenoides* oder *cytogenes* Gewebe in nächster Beziehung zum Lymphgefässsysteme und insbesondere zu den als Lymphdrüsen bezeichneten Theilen desselben, in deren Räumen die Lymphzellen als Abkömmlinge freigewordener Bindegewebszellen (Wanderzellen) ihren Ursprung nehmen.

Fig. 35.



Adenoides Gewebe, nach Gegenbaur.

Knorpel.

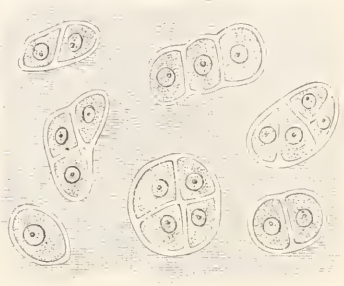
Eine andere Gewebsform der Bindesubstanz ist der *Knorpel*, charakterisirt durch die meist rundliche Form der Zellen und die feste *chondrinhaltige* [1]) Zwischensubstanz, welche die Rigidität des Gewebes bestimmt. Peripherisch wird derselbe von einer bindegewebigen gefässreichen Haut, dem *Perichondrium*, überkleidet. Ist die Zwischensubstanz nur sehr spärlich vorhanden, so ergeben sich Uebergänge zu dem zelligen Bindegewebe. Nach ihrer besonderen Beschaffenheit unterscheidet man *Hyalinknorpel*, *Faserknorpel*, *Netzknorpel*, letzteren mit elastischen Fasernetzen. Auch gibt es zum fibrillären Bindegewebe hinführende Zwischenformen, indem Knorpelzellen von Bündeln bindegewebiger Fibrillen umlagert sein können (bindegewebiger Knorpel).

Die Zellen lagern in meist rundlichen Höhlen der Intercellularsubstanz, von welcher sich verschieden starke, die ersteren umlagernde Partien kapselartig sondern. Diese sogenannten Knorpelkapseln betrachtete man früher als der Cellulosekapsel der Pflanzenzelle ähnliche Membranen, eine Auffassung, die im Hinblick auf die Entstehung der Kapseln als Sonderungen aus dem Protoplasma ihre volle Berechtigung hat. Zudem stehen die Kapseln in naher Beziehung zu der schon vorher auf demselben Wege erzeugten Intercellular-

[1]) Die durch Kochen von Knorpel entstehende gelatinirende Substanz, welche als Chondrin bezeichnet wird, ist wahrscheinlich ein aus Leim und Mucin gebildetes Gemenge.

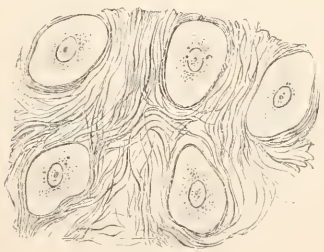
substanz, welche sie durch Einschmelzung der Kapseln verstärken. Im jungen Knorpel erscheint die Intercellularsubstanz auf die aus den vereinigten Kapselwandungen erzeugten Scheidewände der Zellen beschränkt, später wird sie eine reichlichere, indem sich aus dem Zellenprotoplasma neue Schichten absondern, die mit der vorhandenen Zwischensubstanz verschmelzen. Indem nun auch die Theilungsproducte der Zellen von Neuem Kapseln ausscheiden, entstehen Systeme ineinander geschachtelter Knorpelkapseln, welche sich zeitweilig abgegrenzt erhalten, allmälig aber auch in die gemeinsame Grundmasse einschmelzen. Das Wachsthum des Knorpels ist somit ein vorwiegend interstitielles. (Fig. 36 und 37.) Uebrigens gibt es auch Knorpel mit spindelförmigen, zuweilen in zahlreiche Fortsätze ausstrahlenden Zellen. Solche im Knorpel niederer Thiere häufig auftretende Formen scheinen überhaupt nicht isolirt zu stehen, indem neuere Untersuchungen gezeigt haben, dass die Intercellularsubstanz selbst des hyalinen Knorpels nur scheinbar homogen ist, vielmehr von sehr feinen Ausläufern der Knorpelzellen durchzogen wird, so dass ein continuirlicher Zusammenhang der Zellen auch in den Knorpelgeweben besteht. Eine härtere und festere Beschaffenheit erhält das Grundgewebe, wenn in demselben feinere und gröbere Kalkkrümel in spärlicher oder dichter Häufung abgelagert werden und miteinander zur Bildung eines Gitterwerkes zusammenfliessen; es entsteht auf diese Weise der sogenannte *inkrustirte Knorpel* oder *Knorpelknochen*, welcher bei den Haien eine

Fig. 36.



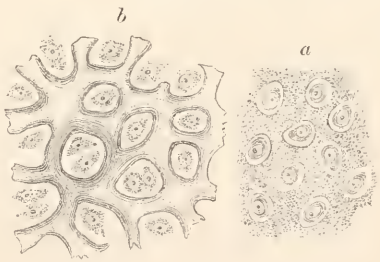
Hyalinknorpel.

Fig. 37.



Faserknorpel.

Fig. 38.



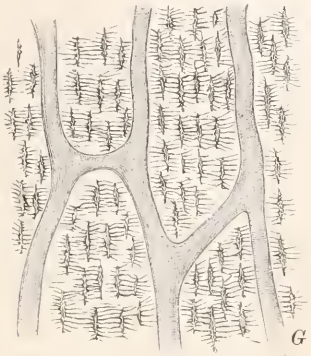
Knorpelknochen oder inkrustirter Knorpel.

persistente Form des Skeletgewebes darstellt, bei den höheren Vertebraten nur vorübergehend, insbesondere vor der Ossification auftritt. (Fig. 38 *a*, *b*.) Bei der Rigidität des Knorpels erscheint es begreiflich, dass wir denselben als Stützgewebe zur Skeletbildung verwendet sehen, minder häufig bei Wirbellosen (Cephalopoden, Röhrenwürmer wie *Sabella*), sehr allgemein bei Vertebraten, deren Skelet stets Knorpeltheile enthält, bei Fischen sogar ausschliesslich von denselben gebildet sein kann (Knorpelfische).

Knochen.

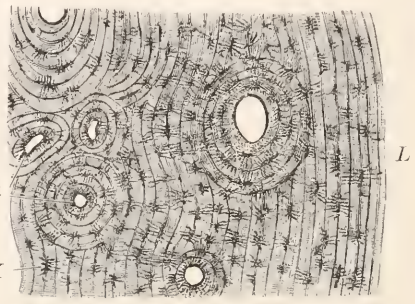
Einen noch höheren Grad von Rigidität zeigt das *Knochengewebe*, dessen Intercellularsubstanz durch Aufnahme kohlensaurer und phosphorsaurer Kalksalze zu einer harten Masse erstarrt ist, während die Zellen (sogenannte Knochenkörperchen) mit ihren zahlreichen feinen Ausläufern untereinander anastomosiren. (Fig. 39, 40, 41.) Die Zellen füllen natürlich entsprechende Höhlungen

Fig. 39.



Längsschliff durch einen Röhrenknochen, nach Kölliker. *G* Gefässcanälchen.

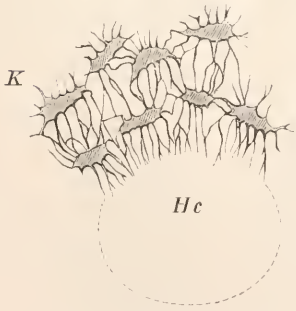
Fig. 40.



Querschnitt durch einen Röhrenknochen, nach Kölliker. *K* Knochenkörperchen, *G* Gefässcanälchen, *L* Lamellensysteme.

der festen Grundsubstanz aus, welche noch von zahlreichen kleineren und grösseren Canälen durchsetzt wird. Diese führen die ernährenden Blutgefässe, deren Verlauf und Verzweigungen sie genau wiederholen, und stehen in Beziehung zu einer regelmässig concentrischen Schichtung und Lamellenbildung der Grundsubstanz, die nur scheinbar homogen ist, in Wahrheit aber eine fein fibrilläre Structur besitzt. Die Canälchen beginnen an der Oberfläche des Knochens, welche von dem gefäss- und nervenreichen Periost überkleidet wird, und münden in grössere Räume (Markräume) aus, welche bei den Röhrenknochen die Achse einnehmen, bei den spongiösen Knochen aber in unregelmässiger Vertheilung auftreten.

Fig. 41.

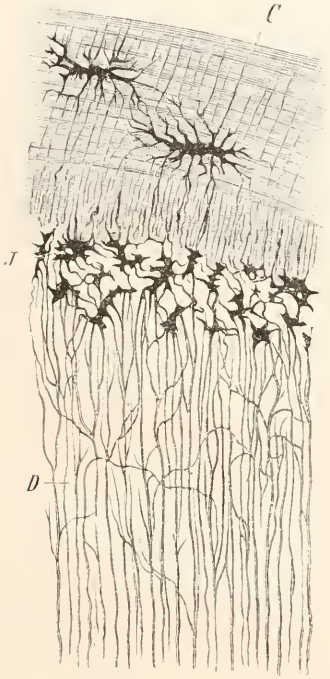


K Höhlungen der Knochenkörperchen mit ihren Ausläufern, welche in das Gefässcanälchen (Havers'schen Canal) *Hc* einmünden. (Nach Kölliker.)

In einer zweiten Form des Knochengewebes werden zahlreiche sehr lange und parallel gerichtete verzweigte Fasern in die harte Zwischensubstanz eingeschlossen, die somit von einer grossen Zahl feiner, durch seitliche Ausläufer verbundener Röhrchen durchsetzt ist. An Stelle der Knochenzellen treten Fasern auf, welche enorm verlängerten Ausläufern der Bildungszellen (*Odontoblasten*), beziehungsweise den Resten dieser letzteren entsprechen. Dieses von feinen parallelen Röhrchen durchsetzte harte Gewebe findet sich in den Knochen der Teleostier und ganz allgemein als „*Dentin*“ oder „*Zahnbein*“ als Grundmasse der Zähne verwendet. (Fig. 42.) Die als Schmelz unterschiedene Bekleidung der Zahnkrone

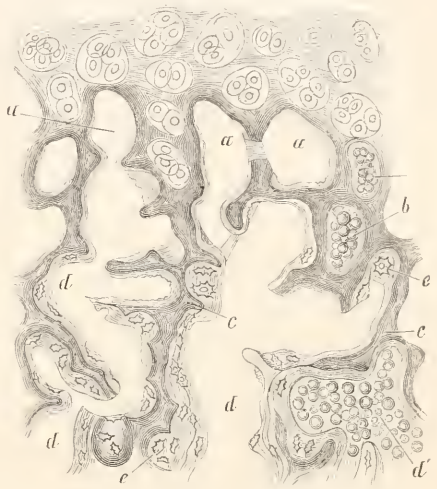
besteht aus senkrecht dem Dentin aufgelagerten „Schmelzprismen“ und ist als Product des „Schmelzorgans“ aus den verkalkten Cylinderzellen desselben hervorgegangen. Das die Wurzel umwuchernde Cement, welches an den schmelzfaltigen Zähnen in die Buchten der Zahnkrone einwuchert und häufig zahlreiche Zahnkeime zur Bildung eines zusammengesetzten Zahnes verkittet, ist ossificirtes Bindegewebe des Alveolenperiostes.

Fig. 42.



Schliff durch ein Stück Zahnwurzel, nach Kölliker. *C* Cement, *J* Interglobularräume, *D* Dentin mit den Zahnröhrchen.

Fig. 43.



Ein Schnitt aus ossificirendem Knorpel, nach Frey. *a* kleinere im Knorpelgewebe gelegene Markräume, *b* solche mit Zellen des Knorpelmarks, *c* Reste des verkalkten Knorpels, *d* grössere Markräume, *e* Osteoblasten.

Rücksichtlich seiner Genese wird der Knochen durch weiches Bindegewebe oder durch Knorpel vorbereitet. Im ersteren Falle entwickelt er sich durch Umbildung der Bindegewebszellen und durch Erstarrung der Zwischensubstanz. Häufiger ist die Präformirung durch Knorpel, die für einen grossen Theil des Skeletes der Vertebraten Geltung hat. Früher legte man auf diesen Gegensatz der Entstehung grossen Werth und unterschied dieselbe als secundäre und primäre Knochenbildung, während in Wahrheit eine grosse Uebereinstimmung besteht. Denn auch im letzteren Falle tritt im Zusammenhange mit einer vorausgegangenen Kalkinkrustirung und partiellen Zerstörung oder Einschmelzung des Knorpels vom Mark aus eine weiche bindegewebige Neubildung (osteogene Substanz) auf, deren Zellen (Osteoblasten) sich in Knochenkörperchen umgestalten, während die Zwischensubstanz zur Grundsubstanz wird. (Fig. 43.) Dazu kommt, dass auch die knorpelig präformirten Knochen ein Dickenwachsthum vom Perioste aus besitzen, bei welchem also Bindegewebe direct in Knochensubstanz übergeführt wird. Uebrigens kann auch der Knorpel

direct ossificiren, indem sich seine Zellen zu Knochenkörperchen umwandeln und die Grundsubstanz verknöchert (Geweihe).

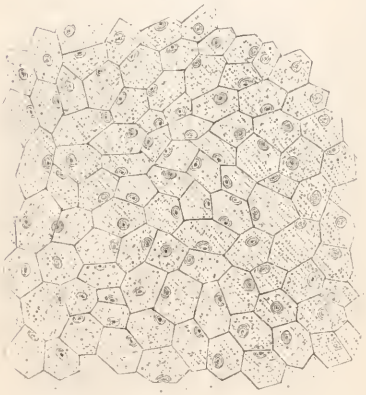
3. Muskelgewebe.

An dem Protoplasma der thätigen Zelle beobachten wir die Eigenschaft der Contractilität nach allen Richtungen des Raumes. Schon im Innern der protoplasmatischen Leibessubstanz von Protozoen macht sich aber eine streifenartige Anordnung von Theilchen geltend, durch welche ein höherer Grad des Contractionsvermögens, auf die Richtung der Streifen beschränkt, vermittelt wird (Muskelstreifen der Infusorien). Mittelst ähnlicher Differenzirungen im Protoplasma bilden bei den Metazoen gewisse Zellen und Zellencomplexe das Vermögen der Zusammenziehung nach einer Richtung vollkommener aus und erzeugen die ausschliesslich zur Bewegung dienenden Muskelgewebe. Dieselben ziehen sich nach dieser bestimmten, ihrer Längsdimension und der Längsstreifung ihres Inhaltes entsprechenden Richtung im Momente ihrer Activität zusammen und ändern das im Ruhezustand gegebene Verhältniss der Längs- und Querdimension derart, dass sie die erstere verkürzen, während sie gleichzeitig breiter werden.

Fig. 44 *a*.

Myoblasten einer Meduse (*Aurelia*).

Fig. 44 *b*.



Muskelepithel einer Meduse (*Aurelia*).

In den ersten Anfängen ist es nur ein kleiner Theil des Zellenleibes, welcher zur contractilen Faser sich gestaltet. Bei den *Hydroïdpolypen* und *Medusen* sind es die in der Tiefe gelegenen Plasmatheile der muskelbildenden Zellen (Myoblasten) [1]), welche sich zu zarten Muskelfasern oder Fasernetzen ausbilden, während die aufliegenden Zellenkörper, die Erzeuger jener, noch andere Functionen vermitteln und in der Regel noch Wimperhaare tragen. Mit Rücksicht auf die epithelartige Anordnung der Myoblasten nennt man die Gesammtheit derselben auch Muskelepithel. (Fig. 44 *a*, *b*.) In der weiteren Entwicklung erscheint der grösste Theil des Zellplasmas als contractile Muskelsubstanz verwendet, beziehungsweise die ganze Zelle faserartig verlängert. Es rücken dann die Muskeln von der Oberfläche in die Tiefe und bilden hier von Bindegewebstheilen gestützte selbstständige Schichten, sie können aber auch aus

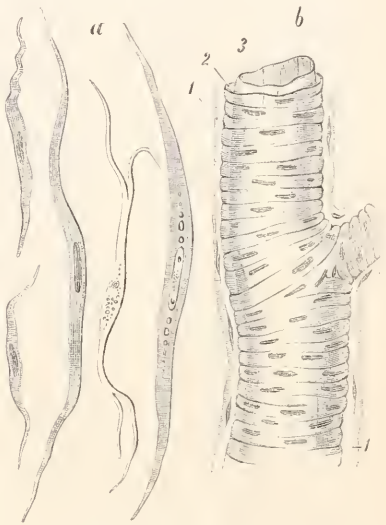
[1]) Wurden fälschlich als „Neuromuskelzellen" gedeutet, obwohl eine Beziehung derselben zur Entstehung von Ganglienzellen nicht erweisbar ist. Hiemit soll natürlich nicht gesagt sein, dass das Myoblast keine Reizbarkeit besitzt.

mesodermalen Zellen, sowie aus sogenannten Mesenchymzellen ihren Ursprung nehmen. Man unterscheidet zwei morphologisch und physiologisch differente Formen von Muskeln: die *glatten Muskeln* oder contractilen Faserzellen und die *quergestreifte Muskelsubstanz*.

Glatte Muskeln.

In diesem Falle sind es spindelförmige, platte oder bandförmig gestreckte Zellen und Lagen solcher Zellen, welche auf den in der Regel vom Nerven veranlassten Reiz langsam reagiren, allmälig in den Zustand der Contraction eintreten und in diesem länger beharren. Die contractile Substanz erscheint meist homogen, indessen nicht selten auch längsstreifig. Die glatten Muskeln haben die grösste Verbreitung auf dem Gebiete der wirbellosen Thiere, werden aber auch bei den Vertebraten zur Bildung der Wandungen zahlreicher Organe (Gefässe, Ausführungsgänge der Drüsen, Darmwand) verwendet. (Fig. 45.)

Fig. 45.

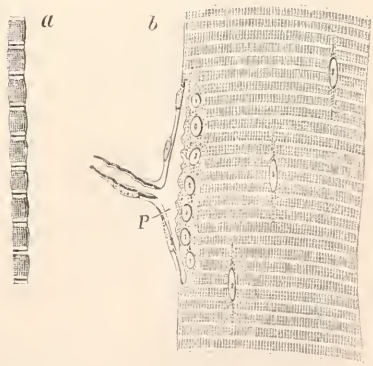


a Glatte Muskelfasern isolirt, *b* Stück einer Arterie, nach Frey. *1* Aeussere bindegewebige Schicht, *2* die aus glatten Muskelfasern gebildete mittlere Schicht, *3* kernlose Innenschicht.

Quergestreifte Muskeln.

Der quergestreifte Muskel besteht aus Zellen, häufiger aus vielkernigen sogenannten Primitivbündeln (Muskelfasern) und charakterisirt sich durch die Umwandlung des Protoplasmas oder eines Theiles desselben in eine quergestreifte Substanz mit eigenthümlichen, das Licht doppelt brechenden Elementen (Sarcous elements) und mit einer zweiten jene verbindenden, einfach brechenden Zwischensubstanz. (Fig. 46 *a*, *b*.) Physiologisch charakterisirt sich derselbe durch eine im Momente der Reizung eintretende sehr energische und bedeutende Zusammenziehung, welche dieses Muskelgewebe vornehmlich zur Ausführung kräftiger Bewegungsleistungen (Muskulatur des Vertebratenskelets) tauglich erscheinen lässt.

Fig. 46.

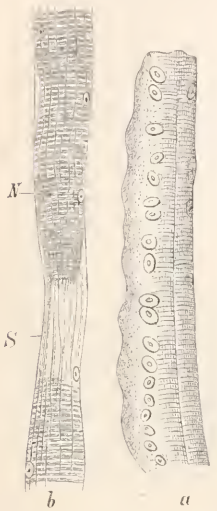


a Primitivfibrille, *b* quergestreifte Muskelfaser (Muskelprimitivbündel) von *Lacerta* mit Nervenendigungen, *P* Nervenendplatte. (Nach Kühne.)

Im einfachsten Falle sind auch die quergestreiften Fibrillen in der Tiefe von Myoblasten erzeugt, die ein zusammenhängendes flächenhaftes Epithel (Muskelepithel) über der zarten Faserschicht bilden (Medusen und Siphonophoren).

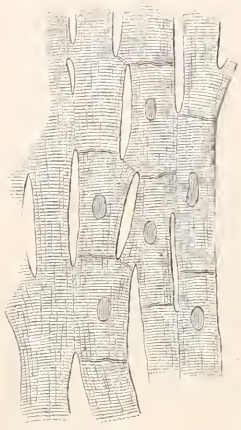
Bei den höheren Thieren entstehen sie als Umbildung einer reicheren Menge von Protoplasma und betreffen fast den ganzen Inhalt der Zelle. Seltener bleiben dann aber die Zellen einkernig, so dass der ganze Muskel aus einer einzigen Zelle besteht (Augenmuskeln der Daphnien). Meist bilden sich die Zellen unter Vermehrung ihrer Kerne zu langgestreckten Muskelfasern, *Primitivbündeln*, um, an deren Peripherie eine Membran als *Sarcolemma* zur Differenzirung kommt (Fig. 47), oder es entstehen die Primitivbündel durch Verschmelzung zahlreicher in Reihen gestellter Zellen. Meist lagern die Kerne dem Sarcolemma an, häufig in einer peripherischen feinkörnigen Protoplasmaschicht, seltener sind dieselben reihenweise in der Achse des Schlauches zwischen feinkörnigen, indifferent gebliebenen Protoplasmatheilen angeordnet. Durch Zusammenlagerung zahlreicher Primitivbündel und Verpackung derselben mittelst Bindesubstanz entstehen die feineren und gröberen Muskelbündel, deren Faserung dem Verlaufe der Primitivbündel entspricht (Muskeln der Vertebraten). Auch kommt es vor, dass sowohl die einfachen Zellen, als die aus ihnen entstandenen mehrkernigen Muskeln Verästelungen bilden (Fig. 48) (Herz der Vertebraten, Darmmuskeln der Arthropoden etc.).

Fig. 47.



a Muskelfaser des Frosches in der Entwicklung, *b* Muskelfaser, streckenweise mit leerem Sarcolemma *S*, *N* Kern. (Nach Frey.)

Fig. 48.



Netzförmige Muskelfasern des Herzens. (Nach Frey.)

4. Nervengewebe.

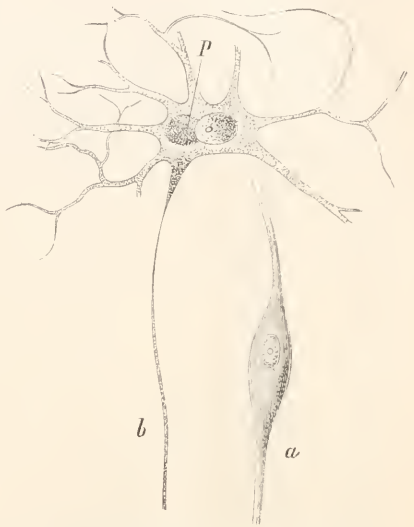
Zugleich mit der Muskulatur tritt das Nervengewebe auf, welches jener die Reizimpulse ertheilt, aber in erster Linie als Sitz der Empfindung und des Willens erscheint. Mit Rücksicht auf diese Hauptfunction ist es sehr wahrscheinlich, dass in der phylogenetischen Entwicklung der Gewebe die nervösen Elemente nicht im Zusammenhange mit den Muskeln, sondern mit den im Ectoderm sich differenzirenden Sinneszellen der Haut entstanden sind, dann, mit Fortsätzen jener verbunden; tiefer herabrückten, während sie mit den Muskeln, welche ihre selbstständige Reizbarkeit besassen, erst secundär in Verbindung traten.

Das Nervengewebe enthält zweierlei verschiedene Formelemente, Nervenzellen oder *Ganglienzellen* und *Nervenfasern*, die beide auch eine bestimmte feinere Structur und molekulare Anordnung, sowie chemische Beschaffenheit besitzen. Bündel von nebeneinanderlaufenden, durch Bindegewebe verpackten Nervenfasern nennt man *Nerven*, solche von Ganglienzellen *Ganglien*.

Ganglienzellen.

Dieselben gelten als die Herde der Nervenerregung und finden sich vornehmlich in den Centralorganen, welche als Gehirn, Rückenmark oder schlechthin als *Ganglien* bezeichnet werden. Sie besitzen meist eine feinkörnige granuläre, beziehungsweise fibrilläre Structur des Zellenleibes, einen grossen Kern mit Kernkörperchen und laufen in einen oder mehrere Fortsätze (unipolare, bipolare, multipolare Ganglienzellen) aus, von denen einer (Achsencylinder) zur Wurzel einer Nervenfaser wird. (Fig. 49 *a*, *b*.) Häufig liegen die Ganglienzellen, besonders die der peripherischen Ganglien, in bindegewebigen Scheiden eingebettet, welche sich über ihre Fortsätze und somit auch über die Nervenfasern ausdehnen (Schwann'sche Scheide oder *Neurilemm*), sehr allgemein aber werden Complexe derselben in bindegewebige Hüllen eingeschlossen.

Fig. 49.



a Bipolare Ganglienzelle, *b* multipolare Nervenzelle aus dem menschlichen Rückenmark (Vorderhorn), nach Gerlach. *P* Pigmentklümpchen.

Nerven.

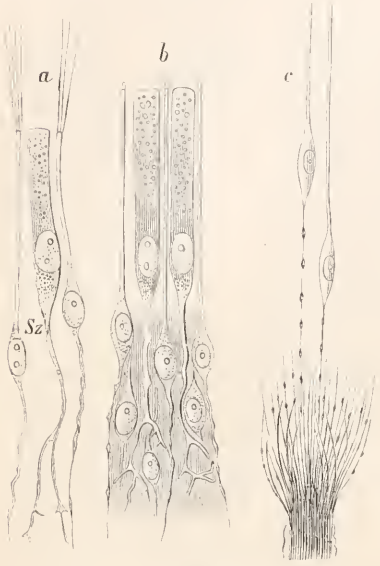
Die *Nervenfasern* leiten entweder den von der Zelle aus erzeugten Reiz in centrifugaler Richtung fort, d. h. sie übertragen denselben von den Centralorganen auf die peripherischen Organe (motorische und Drüsennerven) oder leiten umgekehrt centripetal von der Peripherie des Körpers nach dem Centrum (sensible Fasern). Dieselben beginnen als Ausläufer der Ganglienzellen und sind wie diese häufig von einer kernhaltigen Hülle umschlossen. In grosser Zahl nebeneinander gelagert, setzen sie die kleineren und grösseren Nerven zusammen. Nach dem feineren Verhalten der Nervensubstanz haben wir zwei Formen von Nervenfasern zu unterscheiden: die sogenannten markhaltigen oder doppelt contourirten und die marklosen oder nackten Achsencylinder. (Fig. 50 *a*, *b*, *c*.) Die ersteren zeichnen sich dadurch aus, dass beim Absterben der Nerven in Folge eines Gerinnungsprocesses

Fig. 50.

Nervenfaser, zum Theil nach M. Schultze. *a* Marklose Sympathicusfasern, *b* markhaltige Fasern, die eine mit beginnender Gerinnung des Nervenmarks, *c* markhaltige Faser mit der Schwann'schen Scheide.

eine stark lichtbrechende fettreiche Substanz als peripherische Schicht zur Sonderung gelangt und scheidenähnlich als „*Markscheide*" die centrale Faser, den sogenannten *Achsencylinder*, umgibt. Jene verliert sich in der Nähe der Ganglienzelle, in deren Protoplasma ausschliesslich die Substanz des Achsencylinders eintritt. In der zweiten Form, in der marklosen Nervenfaser, fehlt die Markscheide, wir haben es nur mit einem nackten oder von einer bindegewebigen Hülle umlagerten Achsencylinder zu thun, der den gleichen Zusammenhang mit der Ganglienzelle zeigt (Sympathicus, Nerven der Cyclostomen, Wirbelloser). Nicht selten finden wir aber, namentlich an den Sinnesnerven, die Achsencylinder, die sich ebenso wie die markhaltigen Nerven in ihrem Verlaufe theilen und in immer feinere Aestchen verzweigen können, in sehr feine Nervenfibrillen aufgelöst und gewissermassen in ihre Elemente zerlegt. Endlich treten sehr häufig die Nerven wirbelloser Thiere als feinstreifige Fibrillencomplexe auf, an denen wir bei dem Mangel von Nervenscheiden nicht im Stande sind, die Grenzen der einzelnen Achsencylinder oder Nervenfasern zu erkennen. Die peripherischen, am Ende der Sinnesnerven auftretenden Differenzirungen ergeben sich aus Umgestaltungen von Nervenzellen in Verbindung mit Epithelzellen (Sinneszellen) und cuticularen Abscheidungen derselben.

Fig. 51.



Stäbchenförmige Sinneszellen aus der Regio olfactoria, nach M. Schultze. *a* Vom Frosch, *Sz* Stützzelle zwischen zwei cilientragenden Stäbchenzellen, *b* vom Menschen, *c* vom Hecht. Wahrscheinlicher Zusammenhang der Nervenfibrillen mit den Sinneszellen.

In solcher Weise erscheinen die Endapparate sehr allgemein aus modificirten Ephithelzellen (*Sinnesepithelien*) hergestellt, unterhalb deren noch Ganglienzellen in den Verlauf der Nerven eingeschoben sind. (Fig. 51 *a*, *b*, *c*.)

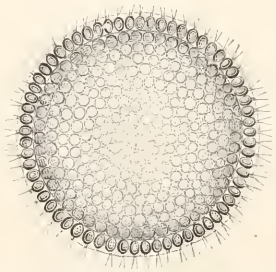
Grössenzunahme und fortschreitende Organisirung, Arbeitstheilung und Vervollkommnung.

Die Gewebe sind Zellencomplexe, welche sich aus Abkömmlingen der Eizelle entwickelt haben. Ursprünglich gleichartig, werden sie später erst different und übernehmen demgemäss eine besondere Arbeitsleistung, welche die Function des Organes bestimmt. Organisation beruht demnach auf fortschreitender Divergenz in der Gestaltung und in der dieser entsprechenden Arbeitsleistung der aneinander hervorgegangenen Zellengenerationen, welcher Wachsthum und Grössenzunahme des Körpers parallel geht. Man wird nun fragen, weshalb sich dieselbe aus den einfachsten Organismen bei fortschreitendem Wachsthum des Körpers entwickeln musste.

Bei den niedersten Organismen finden sich weder Zellengewebe, noch aus diesen zusammengesetzte Organe. Der gesammte Organismus entspricht dem Inhalt einer einzigen Zelle, sein Leibessubstrat ist Protoplasma, seine Haut die Zellmembran, häufig sogar noch ohne Oeffnung zur Einfuhr fester Körper, lediglich zur endosmotischen Ernährung befähigt. In solchen Fällen, wie z. B. bei den *Gregarinen* und parasitischen *Opalinen*, genügt die äussere Leibeswand ähnlich wie die Membran der Zelle zur Aufnahme der Nahrungsstoffe und zur Entfernung der Ausscheidungsproducte, somit zur Vermittlung der vegetativen Verrichtungen. Als Leibesparenchym fungirt das Protoplasma (Sarcode); in demselben vollziehen sich die vegetativen wie animalen Lebensthätigkeiten.

Dabei ergibt sich eine bestimmte Beziehung zwischen den Functionen der Oberfläche und der von dieser umschlossenen Masse, an deren Theilen sich die Processe des vegetativen und animalen Lebens vollziehen. Diese Beziehung setzt ein bestimmtes Grössenverhältniss der Oberfläche zur Masse voraus, welches sich mit dem fortschreitenden Wachsthum ändert. Da nämlich die Zunahme der Masse im Cubus, die der Oberfläche nur im Quadrat steigt, so wird beim Wachsthum das Verhältniss zum Nachtheil der letzteren ein anderes, oder, was dasselbe sagt, mit zunehmender Grösse wird die Oberfläche eine relativ kleinere werden. Schliesslich wird dieselbe nicht mehr ausreichen, um die vegetativen Processe zu vermitteln, und, falls das Leben fortbestehen soll, bei einer bestimmten Energie des Lebens vergrössert werden müssen. Dies gilt nicht nur für die einfachen Zellen gleichwerthigen Organismen, welche sich wie die Zelle ernähren, sondern für die Zelle selbst, die eine innerhalb gewisser Grenzen fixirte Grösse einhält. Daher wird der Organismus entweder absterben oder das gestörte Verhältniss auf anderem Wege wieder herstellen müssen. Und dieser kann nur in der Theilung gegeben sein.

Fig. 52.



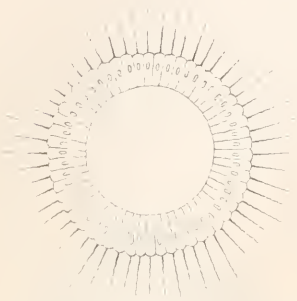
Zellencolonie eines jugendlichen *Volvox globator*. (Nach Stein.)

Die Tochterzellen, die das Leben der Mutterzelle weiterführen, können nun auch im Verband bleiben, sich in einfachen oder verästelten Reihen, oder in der Fläche (*Gonium*), oder an der Oberfläche einer Kugel (*Volvox*) aneinanderlegen und Substanzen ausscheiden, die ihre Verbindung unterhalten. Sie ergänzen sich zu einem grösseren, nun durch die sich summirende Arbeit der Einheiten lebenskräftiger gewordenen Zellenstaate (Colonien der Protisten), in welchem alle Elemente im Wesentlichen die gleiche Arbeit verrichten. Einer einheitlichen Gestaltung besonders günstig erscheint offenbar die Anordnung der Theilproducte an der *Oberfläche einer Kugel*, durch welche auch die gleichmässige Fortbewegung am besten aufrecht erhalten bleibt. (Fig. 52.) Die Elemente behalten ihre Cilien, die alle an der Aussenseite hervortreten und den Gesammtkörper rotirend fortbewegen (*Volvox*, *Monaden-Colonien*, *Magosphaera*). So

entsteht die Keimblase oder *Blastula als Ausgangsform des Metazoenleibes.* (Fig. 53.) Indessen sind auch dieser Gestaltung bestimmte Grenzen der Grösse gesetzt; die äussere Fläche, welche die Ernährung vermittelt, reicht nicht mehr aus, eine Vergrösserung derselben ist nur unter Vermittlung fortgesetzter Zellenvermehrung, durch Bildung von Auswüchsen, beziehungsweise Herstellung einer inneren Fläche zu erreichen.

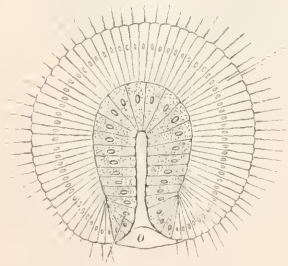
Hiemit ist nicht nur die Nothwendigkeit der mit fortschreitender Grössenzunahme auftretenden Organisation bewiesen, sondern auch zugleich das Wesen der thierischen Organisation charakterisirt. Die zahlreichen Zellen, welche aus dem Inhalt des ursprünglich einfachen Organismus hervorgegangen und anfangs untereinander gleichartig eine peripherische Lage einzunehmen bestrebt waren (Colonien von Protozoen — Volvox — Keimblase oder *Blastula*) müssen sich im Zusammenhang mit dem Bedürfnisse des wachsenden Organismus zur Begrenzung beider Flächen in eine äussere und innere Lage sondern, die an der Stelle des Körpers, an welcher sich die innere Cavität nach aussen öffnet, an der „Mundöffnung" zusammenhängen. Mit dem Auftreten einer inneren Lage von Zellen ergibt sich zugleich eine Arbeitstheilung der Functionen. Die äussere Zellenlage wird vornehmlich die animalen Leistungen, Bewegung und Empfindung, vermitteln, die innere der Verdauung dienen. Aeussere und innere Zellenlage werden aber, im Zusammenhange mit diesen verschiedenen Functionen eine verschiedene Gestaltung der Zellen ausbilden. Die Zellen der äusseren Lage erscheinen mehr cylindrisch gestreckt, von blassem eiweissreichem Inhalt und tragen Wimpern, die der inneren verdauenden Cavität haben eine mehr rundliche Gestalt und dunkelkörnige Beschaffenheit, können aber auch Wimperhaare zur Fortbewegung des Inhaltes gewinnen. In der That findet man die aus physiologischen Gesichtspunkten als nothwendig abgeleitete einfachste Form eines zellig differenzirten Organismus in der zweischichtigen „*Gastrula*" wieder, welche in allen Kreisen des Thierreiches als junge frei lebende Larve auftreten kann und im Coelenteratenkreise dem ausgebildeten fortpflanzungsfähigen Formzustand nahesteht. (Fig. 54.)

Fig. 53.



Blastulastadium einer Acalephenlarve, schematisch.

Fig. 54.



Gastrulastadium derselben. *Ec* Ectoderm, *En* Entoderm, *o* Gastrulamund (*Bastoporus*), schematisch.

Die mit der weiteren Grössenzunahme fortschreitende Complication der Organisirung ergibt sich theils aus einer weiteren durch secundäre Erhebungen, Faltungen und Einstülpungen erzeugten Flächenvergrösserung, theils aus dem Auftreten neuer zwischen beiden Zellenschichten gelagerter, intermediärer Ge-

webe. Die „secundären Flächeneinstülpungen" übernehmen besondere Leistungen und gestalten sich zu Drüsen um während die von einer oder von beiden Zellenschichten aus entstandenen intermediären Gewebe in erster Linie den Körper stützen und somit das Skelet erzeugen, dann aber auch die Bewegungsfähigkeit des Organismus steigern und als „Muskeln" zu dem äusseren (Hautmuskulatur) und auch zu dem inneren Zellenblatt (Darmmuskulatur) in nähere Beziehung treten. Ein zwischen äusserem und innerem Zellenstratum der Leibeswand vorhandener (*primäre Leibeshöhle*) oder durch nachträgliche Spaltung der intermediären Gewebsschicht secundär gebildeter Raum wird zur Leibeshöhle (*secundäre Leibeshöhle, Coelom*). Mit dem Auftreten von Skelettheilen und Muskeln verbindet sich die Differenzirung von Sinnes- und Nervenzellen aus modificirten Zellen des äusseren Blattes. Auch erheben sich in radiärer oder bilateraler Anordnung Auswüchse des Leibes und gestalten sich theils zu bestimmten, aus dem Bedürfniss der Flächenvermehrung abzuleitenden Organen der Athmung (Kiemen), theils zu Organen der Nahrungszufuhr und Bewegung um (Fangarme, Tentakeln, Extremitäten).

Die mit der wachsenden Körpergrösse zunehmende Mannigfaltigkeit der Organisation beruht demnach auf einer fortschreitenden *Arbeitstheilung*, insofern sich die verschiedenen für den Lebensprocess erforderlichen Leistungen schärfer und bestimmter auf einzelne Theile des Ganzen, auf Organe mit besonderer Function concentriren. Indem die letzteren aber ausschliesslich zu bestimmten Arbeiten verwendet werden, können sie durch ihre besondere Einrichtung diese in reicherem Masse und höherer Vollendung zur Ausführung bringen und unter der Voraussetzung des geordneten Ineinandergreifens der Arbeiten sämmtlicher Organe dem Organismus Vortheile zuführen, welche ihn zu einer höheren und vollkommeneren Lebensstufe befähigen, aber sich auch zu einer immer festeren Einheit im Organismus verbinden. Mit der Körpergrösse und Mannigfaltigkeit der Organisation steigt daher im Allgemeinen die Höhe und Vollkommenheit der Lebensstufe, wenngleich in dieser Hinsicht die besondere Anordnung und gegenseitige Lagerung der Organe, wie sie in den Thierkreisen zum Ausdruck kommt, sowie die durch dieselbe beschränkten Lebensbedingungen als compensatorische Factoren in die Wagschale fallen.

Correlation und Verbindung der Organe.

Die Organe des Thierleibes stehen der vorausgegangenen allmäligen Entwicklung gemäss untereinander in einem sich gegenseitig bedingenden Verhältniss, nicht nur ihrer Form, Grösse und Lage nach, sondern auch bezüglich ihrer Leistungen; denn da die Existenz des Organismus auf der Summirung der Einzelwirkungen aller Theile zu einer einheitlichen Aeusserung beruht, so müssen die Theile und Organe in bestimmter und gesetzmässiger Weise einander angepasst und untergeordnet sein. Man hat dieses, schon aus dem Begriffe des Organismus und mit dessen Entwicklung sich als nothwendig ergebende (bereits

Aristoteles bekannte) Abhängigkeitsverhältniss sehr passend als „*Correlation*“ der Theile bezeichnet und schon vor vielen Decennien zur Aufstellung mehrerer Grundsätze verwerthet, deren vorsichtige Anwendung fruchtbare Gesichtspunkte für eine vergleichende Betrachtungsweise lieferte. Jedes Organ muss mit Rücksicht auf das bestimmte Mass seiner Arbeit, welches zur Erhaltung der gesammten Maschine erforderlich ist, eine bestimmte Menge arbeitender Einheiten umfassen und demgemäss in seiner räumlichen Ausdehnung auf eine gewisse Grösse beschränkt sein, andererseits aber auch eine besondere, theils durch seine Function, theils durch die gegenseitige Lage der Organe bedingte Gestalt besitzen. Vergrössert sich ein Organ in aussergewöhnlichem Masse, so geschieht die Massenzunahme und Formveränderung auf Kosten benachbarter Organe, deren Grösse, Gestalt und Leistung modificirt, beziehungsweise beeinträchtigt werden. Somit ergibt sich das von Geoffroy-St. Hilaire, wenn nicht zuerst erkannte, so doch als solches bezeichnete „*principe du balancement des organes*“, mit Hilfe dessen jener Forscher zur Begründung der Lehre von den Missbildungen (Teratologie) geführt wurde.

Ueberdies sind die physiologisch gleichen, d. h. im Allgemeinen dieselbe Arbeit besorgenden Organe, wie z. B. das Gebiss oder der Darmcanal oder die Bewegungswerkzeuge, im Einzelnen grossen und mannigfachen Modificationen unterworfen, und es hängt die besondere Ernährungs- und Lebensweise, die Art, wie und unter welchen Verhältnissen das Leben jeder einzelnen Gattung möglich wird, von der *besonderen* Einrichtung und Leistung der einzelnen Organe ab. Man kann daher nach dem Principe der Correlation aus der besonderen Form und Einrichtung eines einzigen Organes oder nur eines Organtheiles auf den besonderen Bau sowohl zahlreicher anderer Organe als des gesammten Organismus zurückschliessen und das ganze Thier seiner wesentlichen Erscheinung nach gewissermassen construiren, wie das zuerst Cuvier für die Säugethiere der Vorzeit mit Hilfe spärlicher Bruchstücke von versteinerten Knochen und Zähnen in grossartigem Massstabe ausführte. Stellt man nun das Leben des Thieres und seine Erhaltung nicht als Resultat, sondern als das beabsichtigte Ziel, als Zweck der besonderen Einrichtung und Leistung aller einzelnen Organe und Theile hin, so ergibt sich das Cuvier'sche „*principe des causes finales*“ (des conditions d'existence) und mit demselben die sogenannte *teleologische* Betrachtungsweise, mit der wir freilich nicht zu einer mechanisch-physikalischen Erklärung gelangen. Immerhin leistet jene unter der Voraussetzung, dass es sich nicht, wie im Sinne Cuvier's, um einen durch die Naturwirkung ausserhalb des Organismus gesetzten bestimmten Endzweck, sondern um eine anthropomorphistische Ausdrucksweise für die *nothwendigen Wechselbeziehungen* zwischen Form und Leistung der Theile und des Ganzen handelt, zum Verständniss der complicirten Correlationen und der harmonischen Gliederung des Naturlebens wichtige und unentbehrliche Dienste.

Die Verbindungsweise der Organe und die Art ihrer gegenseitigen Lagerung ist keineswegs, wie Geoffroy-St. Hilaire in seiner Theorie der Ana-

logien aussprach, im ganzen Thierreiche nach ein und demselben Schema durchgeführt, sondern lässt sich mit Cuvier auf verschiedene Organisationsformen (nach der Anschauungsweise Cuvier's und dessen *„principe de la subordination des charactères“* als „Pläne“ bezeichnet), *Typen*, zurückführen, welche als die höchsten, d. h. umfassendsten und allgemeinsten Abtheilungen des Systems durch eine Summe von Charakteren in der Gestaltung und gegenseitigen Lagerung der Organe bezeichnet sind. In der gemeinsamen Grundform ihres Baues stimmen höhere und niedere Entwicklungsstufen desselben Typus überein, während ihre untergeordneten Merkmale im Speciellen sehr mannigfach abändern. Untereinander aber stehen diese Thierkreise in verschiedener, näherer oder entfernterer Beziehung, wie sich aus der Verwandtschaft niederer Formzustände und der Entwicklungsvorgänge ergibt, sie repräsentiren daher keineswegs von einander vollkommen abgeschlossene und auch nicht einander coordinirte, gleichwerthige Gruppen.

Es ist die Aufgabe der *Morphologie*, das Gleichartige der Anlage unter den verschiedensten Verhältnissen der Organisation und Lebensart zunächst für die Thiere desselben Kreises, dann aber auch über diese hinaus für verschiedene Thierkreise nachzuweisen. Diese Wissenschaft hat gegenüber den *Analogien*, welche in den verschiedenen Kreisen auftreten und die gleichartige Leistung, die physiologische Verwandtschaft ähnlicher Organe betreffen, z. B. der Flügel des Vogels und der Flügel des Schmetterlings, die *Homologien* zu bestimmen, d. h. die Theile von verschiedenen Organismen desselben, eventuell auch verschiedener Kreise, welche bei einer ungleichen Form und unter abweichenden Lebensbedingungen eine verschiedene Function erfüllen, z. B. die Flügel des Vogels und die Vorderbeine des Säugethieres, als gleichwerthige Theile auf die gleiche ursprüngliche Anlage zurückzuführen. Ebenso werden die Organe gleicher Anlage, welche sich an dem Körper desselben Thieres wiederholen, wie die Vordergliedmassen und Hintergliedmassen, als *homologe* bezeichnet.

Die zusammengesetzten Organe nach Bau und Verrichtung.

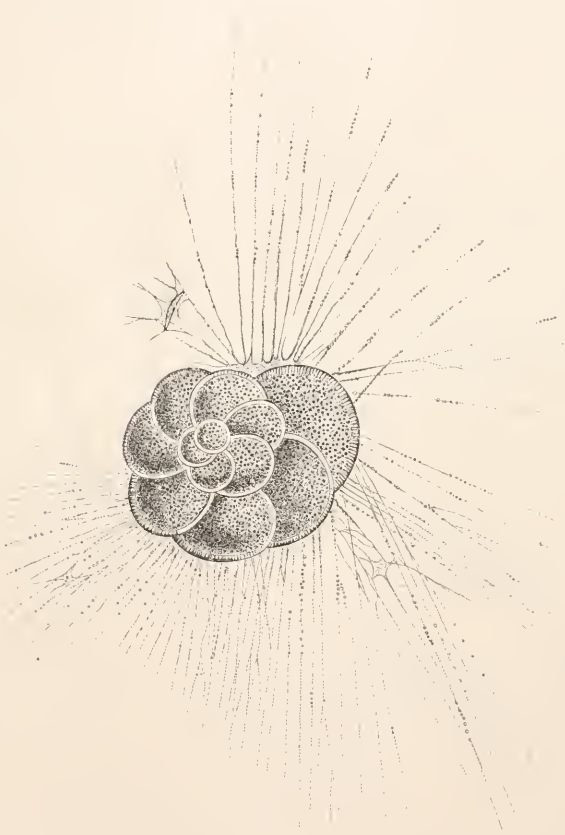
Die *vegetativen Organe* umfassen die Organe der *Ernährung*, welche, für jeden lebendigen Organismus nothwendig, Thieren und Pflanzen gemeinsam sind, bei den ersteren aber in allmäliger Stufenfolge und im innigsten Verbande mit den immer höher vorschreitenden animalen Leistungen zu einer höheren und mannigfaltigeren Entwicklung gelangen. An den Erwerb und die Aufnahme von Nahrungsstoffen schliesst sich beim Thiere die Verdauung derselben an: die durch die Verdauung löslich gewordenen assimilirbaren Stoffe werden zu einer ernährenden, den Körper durchdringenden Flüssigkeit (Blut), welche in mehr oder minder bestimmten Bahnen zu allen Organen gelangt und denselben Bestandtheile abgibt, aber auch von ihnen die unbrauchbar gewordenen Zersetzungsstoffe aufnimmt und bis zu deren Ausscheidung in bestimmten Körpertheilen weiterführt. Die zur Ausführung der einzelnen Functionen der Er-

nährungsthätigkeit allmälig zur Sonderung gelangenden Organe sind somit: der Apparat der *Nahrungsaufnahme, Verdauung* und *Blutbildung*, die Organe des *Kreislaufes, der Respiration* und die *Excretionsorgane*.

Organe der Nahrungsaufnahme und Verdauung.

Schon bei Thieren vom Werthe einer Zelle (Protozoen) findet eine Aufnahme fester Nahrungskörper statt, indem im einfachsten Falle, wie bei der Amoebe und den *Rhizopoden*, Sarcodefortsätze (Pseudopodien) fremde Körper umfliessen. (Fig. 55.) Bei den von einer festen Haut bekleideten, mittelst Cilien sich bewegenden *Infusorien* ist eine centrale weichflüssige Sarcodemasse (Endoplasma) vorhanden, welche, von der zäheren peripherischen Sarcodeschicht (Ectoplasma), wenn auch ohne scharfe Abgrenzung, umlagert, durch die Mundöffnung eingetretene Nahrungsstoffe aufnimmt und verdaut. Als Organe der Nahrungszufuhr kommen Reihen stärkerer Cilien hinzu (adorale Wimperzone der Ciliaten). (Fig. 56.)

Fig. 55.

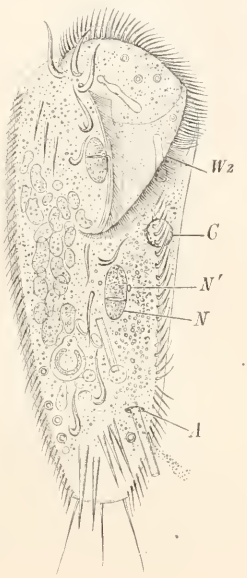


Rotalia veneta, nach M. Schultze, mit einer im Pseudopodiennetz aufgenommenen Diatomacee.

Unter den *Metazoen* fungirt bei den *Coelenteraten* die innere Leibescavität, welche nicht der Leibeshöhle, sondern zunächst der Darmhöhle der übrigen Thiere entspricht, als verdauende Cavität. Die von derselben ausstrahlenden peripherischen Nebenräume betrachtete man früher als Gefässe, welche die durch Verdauung gewonnenen Nahrungssäfte im Körper umherführten, dem-

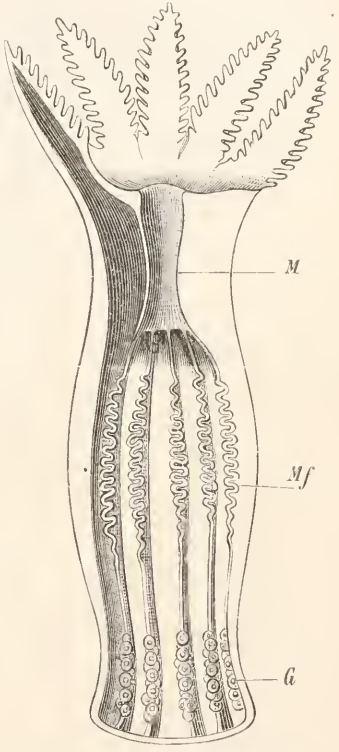
nach gewissermassen das blutführende Gefässsystem repräsentirten (daher die Bezeichnung Gastrovascularapparat). In Wahrheit aber ist die in demselben enthaltene und durch die Wimperhaare der Entodermbekleidung umherbewegte Flüssigkeit kein Nahrungssaft, sondern mit flottirenden Nahrungskörperchen erfülltes Seewasser. Jene sind mikroskopisch kleine Organismen, sowie Theile zerfallener grösserer Körper. Die Verdauung erfolgt nicht nur in der centralen Cavität und hier keineswegs unter dem Einflusse ausgeschiedener enzymatischer Secrete, sondern überall an der Berührungsfläche der Nahrungskörper mit dem Entoderm, wenn freilich auch an einzelnen Theilen, wie an den Gastralfilamenten, in verstärktem Masse. Auch vermögen die Entodermzellen der Gastralcavität fremde Körper mittelst amoeboider Fortsätze aufzunehmen, und es besteht somit eine *intracellulare Verdauung*. Bei den grösseren Polypen (*Anthozoen*) hängt von der Mundöffnung noch ein Rohr in den Centraltheil der Verdauungscavität hinein, welches man als Magenrohr bezeichnet hat, obwohl es lediglich zur Zuleitung der Nahrungsstoffe, also mehr als Mund- oder Oesophagealrohr dient. (Fig. 57.)

Fig. 56.



Stylonychia mytilus, nach Stein, von der Bauchfläche gesehen. *Wz* Adorale Wimperzone, *C* contractile Vacuole, *N* Nucleus, *N'* Nucleolus, *A* After.

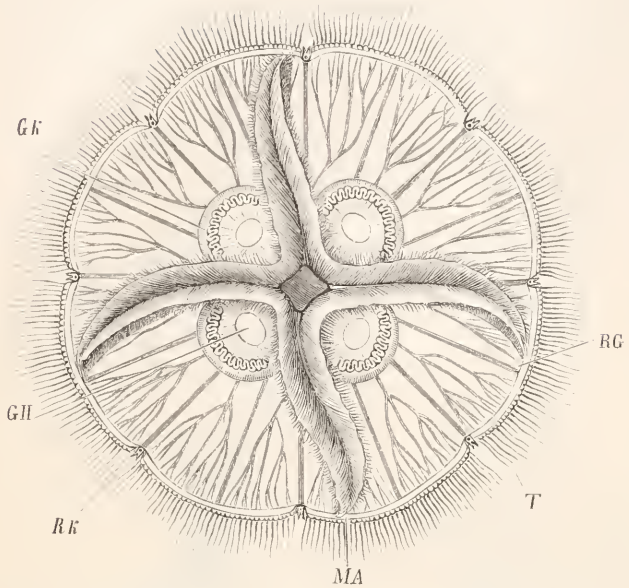
Fig. 57.



Längsschnitt durch den Körper eines Anthozoenpolypen (Octactinie). *M* Magenrohr mit der Mundöffnung zwischen den gefiederten Fangarmen, *Mf* Mesenterialfilamente, *G* Genitalorgane.

Schon bei dieser einfachen Form der verdauenden Cavität treten Organe der Nahrungszufuhr auf; es sind vor dem Munde gelegene, radiär oder bilateral angeordnete Anhänge oder Fortsätze des Leibes, welche kleine Nahrungstheile herbeistrudeln oder als Arme fremde Körper ergreifen und in den Mund führen (*Polypen*, *Quallen*). (Fig. 58.) Auch können solche zum Fangen der Beute dienende Anhänge von dem Munde weiter entfernt liegen (Fangfäden der *Medusen*, *Siphonophoren*, *Ctenophoren*).

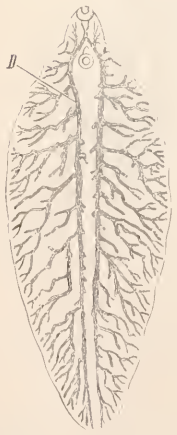
Fig. 58.



Die Ohrenqualle, *Aurelia aurita*, von der Mundfläche dargestellt. *MA* die vier Mundarme mit der Mundöffnung im Centrum. *Gk* Genitalkrausen, *GH* Oeffnung der Genitalhöhle, *Rk* Randkörper, *RG* Radiärgefässe, *T* Tentakeln am Scheibenrand.

Erhält die verdauende Cavität ihre selbstständige, von der Körperwandung abgesetzte und meist (die parenchymatösen Würmer ausgenommen) durch einen Leibesraum getrennte Wandung, so erscheint dieselbe im einfachsten Falle als ein blind geschlossener, einfacher, gabelig getheilter oder verästelter Schlauch mit scharf abgegrenztem Schlundtheile (*Trematoden*, *Turbellarien*) oder als ein mittelst Afteröffnung (After) ausmündendes Darmrohr. (Fig. 59 und 60.) Im letzteren Falle tritt eine Gliederung ein, welche zur Unterscheidung von drei Abschnitten führt, des Munddarmes (Oesophagus) zur Einleitung der Nahrung, des Mitteldarmes zur Verdauung und des Enddarmes zur Ausführung der Speisereste. Indessen kann der Darm rückgebildet sein und dementsprechend auch ein Mund und After fehlen. Solche Fälle sind nicht nur bei parasitischen Würmern (*Cestoden*, *Acanthocephalen*, einzelnen *Nematoden*), sondern auch bei schmarotzenden Crustaceen (*Rhizocephalen*) und Geschlechtsthieren von Rinden- und Wurzelläusen (*Chermes*, *Phylloxera*) bekannt geworden.

Fig. 59.



Darmcanal von *Distomum hepaticum*, nach R. Leuckart. *D* Darmschenkel, *O* Mundöffnung.

Fig. 60.

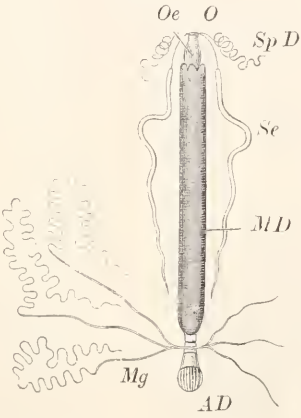
Darmcanal eines jungen Nematoden. *O* Mund, *Oe* Munddarm (Oesophagus) mit Pharyngeal-Anschwellung *Ph*, *D* Mitteldarm, *A* After.

Bei höheren Thieren wird in der Regel die Zahl der Abschnitte eine grössere, ihre Form und Gliederung eine mannigfaltigere. Auch gestalten sich die Organe des Nahrungserwerbes, zu

welchem oft dem Mund benachbarte Nebenanhänge, wie die *Extremitäten*, verwendet werden, complicirter.

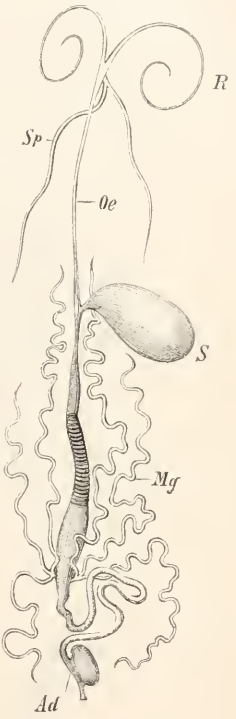
Im einfachsten Falle wird am Munddarme der Eingangsabschnitt sehr erweitert und zu einem Pharyngealsack vergrössert, in welchen, wie bei den *Tunicaten*, kleine Nahrungskörper mit dem Wasser durch Wimperapparate eingestrudelt und in den nachfolgenden verengten Darmabschnitt, den trichterförmigen Oesophagus, übergeleitet werden. Bei höherer Entwicklung führt die Mundöffnung zunächst in eine *Mundhöhle*, vor oder innerhalb welcher feste Bildungen als Kiefer und Zähne das Erfassen und Zerkleinern (*Vertebraten, Gasteropoden*) der Nahrungsstoffe besorgen, aber auch durch den Zufluss von Secreten besonderer Drüsen (Fig. 61 und 62) eine chemische Einwirkung auf die Speisetheile ausgeübt werden kann. In der Regel liegt der Kauapparat ausserhalb des Körpers vor dem Munde, durch kieferartige Extremitätenpaare gebildet (*Arthropoden*) oder auch zum Stechen und Saugen umgestaltet (*Schmarotzer*), oder derselbe rückt in einen Theil des Schlundes (*Rotiferen, Kieferwürmer*), ja selbst in einen erweiterten muskulösen Abschnitt am Ende des Schlundes hinab. An dieser Stelle bildet sich häufig ein erweiterter Abschnitt als Magen aus, welcher unter nochmaliger mechanischer Bearbeitung (Kaumagen der Krebse), oder auch durch Absonderung von Secreten (Pepsin) die Verdauung einleitet, beziehungsweise beiderlei Functionen vereinigt (*Vögel*) und dann den Speisebrei in den *Mitteldarm* überführt. Durch Erweiterungen und Ausstülpungen entstehen an der Mundhöhle Kehlsäcke, Backentaschen, am Oesophagus Kropfbildungen und im Magen Blindsäcke, sämmtlich als Nahrungsreservoirs zur vorübergehenden Aufbewahrung der aufgenommenen Nahrung.

Fig. 61.



Darmcanal nebst Anhangsdrüsen einer Ranpe. *O* Mund, *Oe* Oesophagus, *Sp D* Speicheldrüsen, *Se* Spinndrüsen (Serricterien), *MD* Mitteldarm, *AD* Afterdarm, *Mg* Malpighi'sche Gefässe.

Fig. 62.

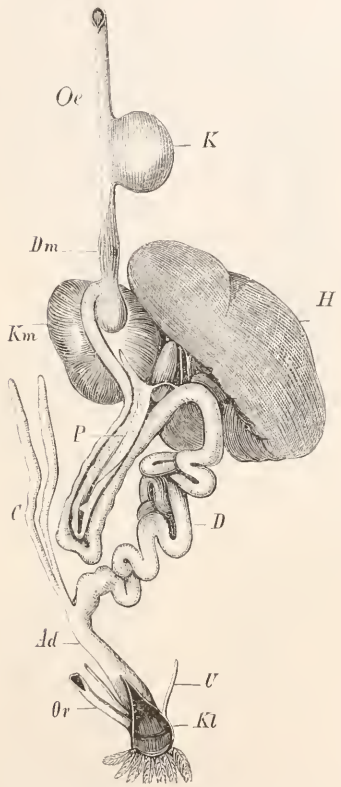


Darmcanal eines Schmetterlings. *R* Rüssel (Maxille), *Sp* Speicheldrüsen, *Oe* Oesophagus, *S* Saugmagen, *Mg* Malpighi'sche Gefässe, *Ad* Afterdarm.

Bei den Wirbelthieren kann durch solche Nebenbehälter der Magen eine complicirte Gestalt gewinnen. Bei den Fischen ist derselbe von der Speiseröhre noch nicht scharf abgesetzt und nur durch die Beschaffenheit der Schleimhaut, sowie durch einen nach hinten gerichteten Blindsack ausgezeichnet, während die

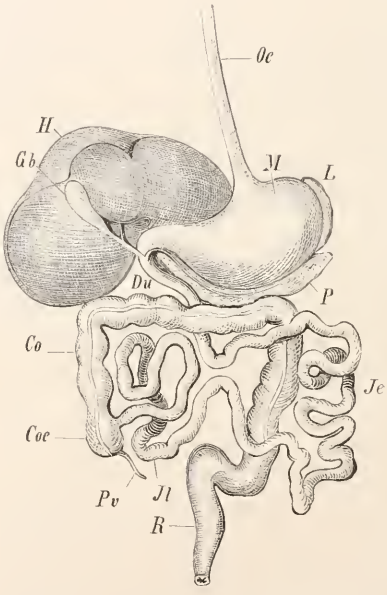
Abgrenzung vom Mitteldarm meist eine verengte Stelle ist. Auch bei manchen Perennibranchiaten wie *Proteus* erscheint der Magen nicht einmal als erweiterter Abschnitt, wohl aber bei den Urodelen und Anuren, im letzteren Falle zuweilen bereits quergestellt, ebenso bei den Schildkröten und Krokodilen, an deren Magen sich durch Annäherung des Pylorus an die Cardia eine grosse und kleine Curvatur bemerklich macht. Bei den Vögeln sind deutlich zwei Abschnitte als

Fig. 63.



Darmcanal eines Vogels. *Oe* Speiseröhre, *K* Kropf, *Dm* Drüsenmagen, *Km* Muskelmagen, *D* Mitteldarm, *P* Pankreas, in der Duodenalschlinge gelegen, *H* Leber, *C* die beiden Blinddärme, *Ad* Afterdarm, *U* Ureteren, *Kl* Kloake, *Ov* Oviduct.

Fig. 64.



Darmcanal des Menschen. *Oe* Oesophagus, *M* Magen, *L* Milz, *H* Leber, *Gb* Gallenblase, *P* Pancreas, *Du* Duodenum mit einmündendem Gallengang und pancreatischem Gang, *Je* Jejunum, *Il* Ileum, *Co* Colon, *Coe* Blinddarm oder Coecum mit dem Processus vermiformis *Pv*, *R* Rectum.

Drüsenmagen und Muskelmagen mit Reibplatte (Fig. 63, *Dm*, *Km*) zu unterscheiden. Unter den Säugethieren bewahrt der Magen seine primäre Längsstellung bei den Phoken, zeigt sich aber stets scharf abgesetzt und retortenförmig erweitert. Häufig buchtet sich der Cardialtheil blindsackartig aus, besonders bei Omnivoren und Pflanzenfressern (Fig. 64), und ist mit einer derben und minder drüsenreichen Schleimhaut bekleidet. So bereitet sich die Trennung zweier Abschnitte vor, welche bei vielen Nagethieren durch eine quere Einschnürung schärfer abgegrenzt werden. Der cardiale Abschnitt mit seinem

Blindsack entspricht mehr einem Nahrungsbehälter, während der Pylorusabschnitt die Labdrüsen enthält und die Verdauung einleitet. Indem sich wiederum jeder der beiden Hauptabschnitte in zwei Räume absetzt, hat die morphologische und physiologische Gliederung des Magens in den vier als Pansen, Netzmagen, Psalterium und Labmagen unterschiedenen Mägen der Wiederkäuer ihr Extrem erreicht.

Der mittlere Abschnitt des Verdauungscanals, *Mitteldarm*, den man meist als Magendarm oder *Chylusdarm* bezeichnet, bringt die bereits durch den Zufluss von Säften der Mundhöhle (Speichel) und des Magens (Labdrüsen des Vertebratenmagens, Pepsin, Verdauung der Eiweisskörper bei saurer Reaction) eingeleitete Verdauung zum Abschluss: aus dem zur Resorption noch unfertigen Nahrungsbrei (*Chymus*) werden durch weitere chemische Einwirkung zufliessender Secrete einer oder mehrerer Mitteldarmdrüsen (des *Hepatopankreas*, *Pankreas*, der Darmdrüsen), welche, wie das Secret der Labdrüsen (jedoch in alkalisch reagirender Lösung, Trypsin), die Eiweissstoffe in lösliche Modificationen überführen, die zur Resorption geeigneten Nahrungssäfte in Lösung gewonnen und als *Chylus* von der Darmwandung aufgesaugt. Nicht selten gliedert sich der Mitteldarm, dessen Flächenvergrösserung minder häufig durch Ausstülpung, meist durch Falten- und Zöttchenbildung, sowie durch Längenzunahme herbeigeführt wird, wieder in untergeordnete Abschnitte verschiedener Beschaffenheit, wie man beispielsweise am Säugethierdarm ein Duodenum, Jejunum und Ileum unterscheidet. (Fig. 64.) Bei Wirbellosen bezeichnet man oft den vorderen, besonders erweiterten und mit Anhangsdrüsen (sogenannte Leber) verbundenen Theil als Magen, den nachfolgenden engeren und längeren Abschnitt als Dünndarm.

Der vom Mitteldarm nicht immer scharf abgesetzte *Afterdarm* hat eine besondere Beziehung zur Ansammlung und Ausstossung der Kothreste, vermag jedoch in seinem proximalen Abschnitt, beziehungsweise Blinddarmanhange, eine Art Nachverdauung auszuführen. Bei niederen Thieren nur von geringer Ausdehnung, erlangt derselbe bei höheren Thieren eine bedeutendere Länge, beginnt mit einem (Säugethiere) oder zwei Blinddärmen (Vögel) und kann sich wieder in mehrere Abschnitte, wie Dickdarm und Mastdarm gliedern und an seinem Ende mit Drüsen mancherlei Art (Analdrüsen), sowie als Kloakendarm mit den Ausführungsgängen der Harn- und Geschlechtsorgane in Verbindung treten. Auch kann derselbe zu Nebenfunctionen dienen, wie z. B. zum Athmen (Libellenlarven) oder zur Absonderung des Secretes einer Art Spinndrüse (Larve des Ameisenlöwen).

Auf Ausstülpungen, welche sich durch weitere Differenzirung zu Anhangsdrüsen entwickelt haben, sind die *Speicheldrüsen*, die *Leber* und das *Pankreas* zurückzuführen.

Die *Speicheldrüsen* ergiessen ihr Secret in die Mundhöhle und dienen zur Verflüssigung der Nahrungstheile und zum Schlüpfrigmachen des Bissens, aber auch bereits zur chemischen Veränderung der aufgenommenen Nahrung, ins-

besondere zur Umwandlung von Amylum in Zucker. Dieselben fehlen zahlreichen Wasserthieren und sind besonders mächtig bei den Pflanzenfressern ausgebildet.

Die auf einer höheren Entwicklungsstufe durch ihren sehr bedeutenden Umfang ausgezeichnete *Leber* findet sich als Anhangsdrüse am Anfang des verdauenden Mitteldarmes (Duodenum). In ihrer ersten Anlage durch einen charakteristisch gefärbten Theil der Zellbekleidung der Gastralcavität (*Coelenteraten*), oder durch gelbliche oder bräunliche Zellen der Darmwand selbst vertreten (*Würmer*), erhebt sie sich zuerst in Form kleiner blindsackähnlicher Schläuche (*Phyllopoden*) und erlangt durch weitere Verzweigung derselben eine complicirte Ausbildung von Gängen und Follikeln, welche in sehr verschiedener Weise selbst zu einem scheinbar compacten Organe zusammengedrängt sein können. Man hat indessen mit dem Namen „*Leber*“ in den verschiedenen Thierkreisen sehr verschiedene morphologisch und physiologisch nicht aufeinander reducirbare Drüsen bezeichnet. Während bei den Wirbelthieren die Leber als gallenbereitendes Organ keine nachweisbare Beziehung zur Verdauung besitzt, vermögen die Secrete mancher Anhangsdrüsen, die bei Wirbellosen als Leber benannt werden, besser aber als *Hepatopankreas* zu bezeichnen sind, auf Stärke und Eiweissstoffe eine verdauende Wirkung auszuüben, wenn sie auch ähnliche Nebenproducte und Farbstoffe wie die Galle der Vertebraten enthalten (*Dekapoden*, *Cephalopoden*, *Heliciden*). Das *Pankreas* ist eine ausschliesslich den Vertebraten eigenthümliche Drüse des Mitteldarmes. Unter den Fischen tritt die Bauchspeicheldrüse nur in vereinzelten Fällen (*Belone*, *Rhombus*, *Mugil*) auf, dagegen kann eine Pylorialdrüse (Störe) oder häufiger (*Scorpaena*, *Salmoniden*, Thunfische) eine Gruppe von Anhangsschläuchen am Pylorus, *Appendices pyloricae*, vorhanden sein, deren Secret Eiweiss verdaut. Auffallenderweise vertritt, wie bereits E.H. Weber nachwies, bei Karpfen und Barschen die Leber das fehlende Pankreas.

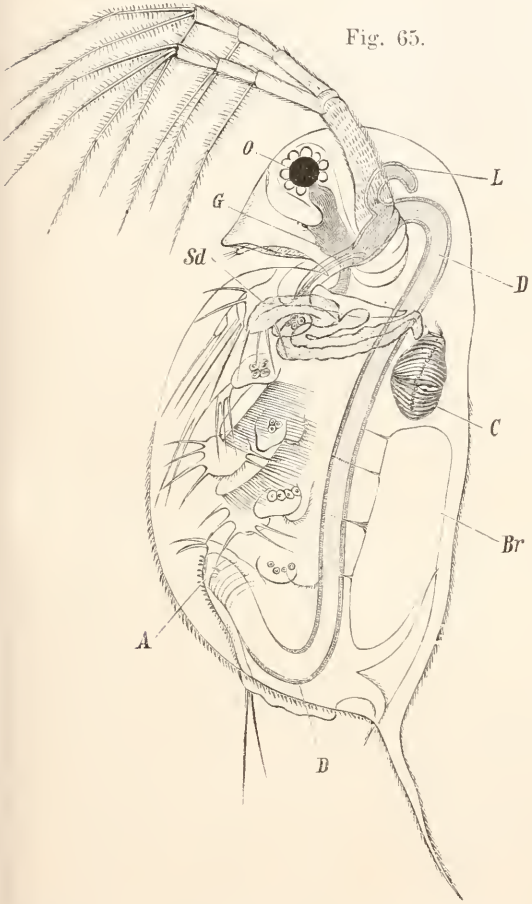
Organe des Kreislaufes.

Der durch die Verdauung gewonnene ernährende Saft oder *Chylus* verbreitet sich in einem System von Räumen nach allen Theilen des Körpers. Sehen wir von den Protozoen ab, deren aus Sarcode gebildeter Leib sich rücksichtlich der Vertheilung des Nahrungsstoffes ähnlich wie die Gewebseinheit, die Zelle, verhält, so wird unter den Thieren mit zellig gesonderten Geweben im einfachsten Falle das ganze Parenchym von dem ernährenden Safte durchtränkt (*Coelenteraten*, *Platyhelminthen*).

Mit der Ausbildung eines gesonderten Darmcanales und einer diesen umgebenden Höhlung zwischen Körperwand und Darm dringt die Chylusflüssigkeit durch die Wandungen desselben in diese ein und erfüllt als *Blut*, in welchem (von seltenen Ausnahmen abgesehen) allgemein Körperchen als im Organismus erzeugte Zellen auftreten, die Leibeshöhle. In dieser, beziehungsweise in deren durch bindegewebige Septen begrenzten Lacunensystem

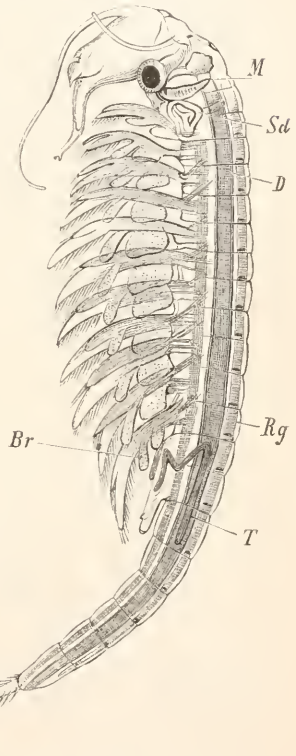
bewegt sich das Blut anfangs noch unregelmässig mit den Bewegungen des gesammten Körpers, z. B. bei manchen *Würmern*, hauptsächlich unter dem Einflusse der Contractionen des Hautmuskelschlauches (*Ascaris*), oder es dienen Schwingungen und Bewegungen anderer Organe, z. B. des Darmcanales, zugleich zur Circulation des Blutstromes (*Cyclops*). Auf einer weiteren Stufe treten die ersten Anfänge von blutbewegenden Centren auf, indem Abschnitte

Fig. 65.



Daphnia mit einfachem Herzen *C*. Man sieht die Spaltöffnung der einen Seite. *D* Darmcanal, *L* Leberhörnchen, *A* After, *G* Gehirn, *O* Auge, *Sd* Schalendrüse, *Br* Brutraum unter der Schalenduplicatur des Rückens.

Fig. 66.

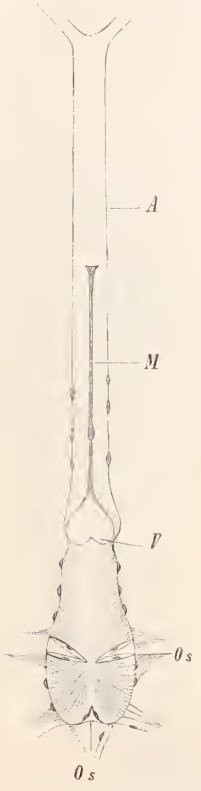


Männchen von *Branchipus stagnalis* mit vielkammerigem Herzen oder Rückengefässe *Rg*, dessen Spaltöffnungen sich in jedem Segmente wiederholen. *D* Darm, *M* Mandibel, *Sd* Schalendrüse, *Br* Kiemenanhang der Beine, *T* Hoden.

der Blutbahn von einer besonderen Muskelwandung umkleidet werden und als pulsirende Herzen, Saug- und Druckpumpen vergleichbar, eine continuirliche, bestimmt gerichtete Strömung des Blutes unterhalten. In solcher Weise erscheint das Herz der *Arthropoden* entstanden, welches als langgestreckte Röhre an der Dorsalseite des Darmes verläuft und durch seitliche, den Körpersegmenten entsprechende Ostienpaare das Blut aufnimmt, um dasselbe durch eine

vordere Spaltöffnung, beziehungsweise kurze und enge, nicht contractile Verlängerung (Aorta) nach dem Gehirne und in die Blutbahnen der Leibeshöhle zu treiben. Das wegen dieser Lage und Gestalt als „*Rückengefäss*“ bezeichnete Herz ist somit in metamerisch aufeinander folgende Abschnitte, Kammern getheilt, von denen jede durch eine rechte und linke Querspalte das zum Herzen strömende Blut aufnimmt. Jedes dieser *renösen* Ostien ist längs seiner beiden Spalträuder von einer lippenartig einspringenden Lamelle, Lippenklappe, umsäumt, welche während der Zusammenziehung der Kammer (*Systole*) durch Anlegen an die benachbarte Klappe den Verschluss des Ostiums herstellt und während der Erweiterung der Kammerwand (*Diastole*) durch den Blutstrom geöffnet wird. Ursprünglich erstreckte sich wohl dieses gekammerte Rückengefäss durch den ganzen Körper (*Branchipus*), erfuhr dann aber mannigfache Reductionen (Arthrostraken, Insecten, Arachnoideen) bis zum schliesslichen Verbleib einer einzigen, von einem venösen Spaltenpaare durchsetzten Kammer (Cladoceren, Calaniden, *Milben*).

Fig. 67.



Herz eines Copepoden (*Calanella*) mit einer aufsteigenden Arterie *A*. *Os* Ostien, *V* Klappen am arteriellen Ostium, *M* Muskel.

Fig. 68.

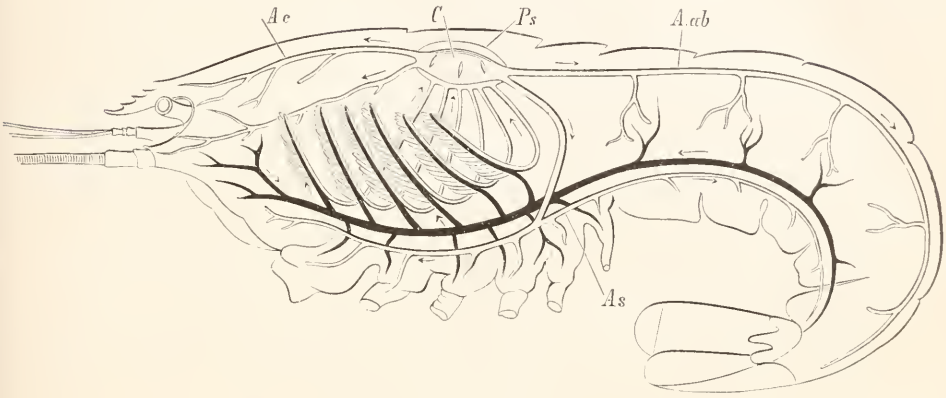
Herz von *Gamasus* nach Winkler. *Ao* Aorta.

Vom Herzen als dem Centralorgane des Blutkreislaufes entwickeln sich bestimmt umgrenzte Canäle zu *Blutgefässen*, welche bei den Wirbellosen in das Lacunensystem der Leibeshöhle führen. Im einfachsten Falle sind lediglich die Gefässbahnen des aus dem Herzen strömenden Blutes mit selbstständiger Wand versehen und als Gefässe entwickelt (Calaniden, *Calanella*, Fig. 67, *Gamasus*, Fig. 68). Auf einer höheren Stufe erscheinen nicht nur diese abführenden Blutgefässe complicirter gestaltet, sondern es erhalten auch im Verlaufe des Lacunensystems gewisse Blutbahnen ihre membranöse Begrenzung, besonders in der Nähe des Herzens, und werden zu venösen Gefässen, die das Blut in einen umfangreichen, das Herz umgebenden Blutraum der Leibeshöhle, den Pericardialsinus, zurückleiten, aus welchem dasselbe durch die venösen Ostien in das Herz gelangt. (Decapoden, Scorpioniden, Fig. 69.)

In anderen Fällen (*Mollusken*) strömt das Blut von dem zurückführenden Gefäss aus direct in das Herz ein, mit dessen Wandung die Gefässwand in

unmittelbarer Verbindung steht; dann unterscheidet man ausser der Herzkammer (Ventrikel) einen Vorhof (Atrium) als den die Aufnahme des Blutes

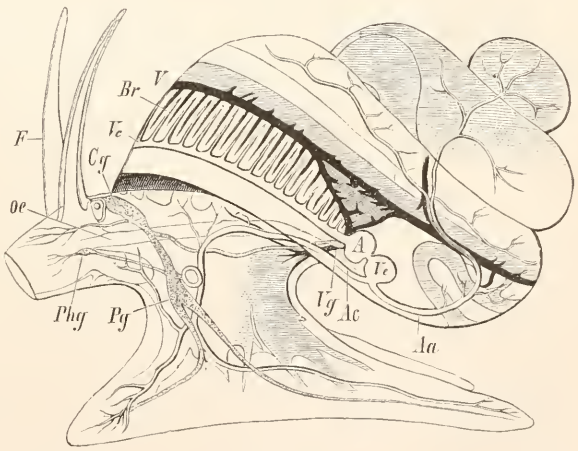
Fig. 69.



Herz und Blutgefässe nebst Kiemen des Flusskrebses. *C* Herz mit drei Ostienpaaren, in einem beutelartigen Blutsinus *Ps* gelegen, *Ac* Aorta cephalica, *A.ab* Aorta abdominalis, *As* Arteria sternalis. (Die Leberarterie ist nicht dargestellt.)

vermittelnden Abschnitt des Herzens. (Fig. 70.) Die von der Herzkammer ausgehenden, das Blut vom Herzen wegführenden Gefässe nennt man *Arterien*, die zurückführenden, bei den höheren Thieren durch schlaffere Wand charakterisirten Gefässe *Venen*. Zwischen die Enden der Arterien und Anfänge der Venen erscheint entweder die Leibeshöhle als ein Blutsinus, beziehungsweise als ein System von Blutlacunen eingeschoben, oder Arterien und Venen sind durch ein Netz zarter Canälchen, der Haargefässe oder Capillaren, verbunden. Ist die letztere Verbindung an allen Abschnitten des Gefässsystems durchgeführt und somit, wie bei den Vertebraten, die Leibeshöhle als Blutsinus ausgeschlossen, so bezeichnet man das Gefässsystem als vollkommen geschlossen, wenngleich dieser Begriff durch die Verbindung mit dem Lymphgefässsysteme und die Anfänge der

Fig. 70.

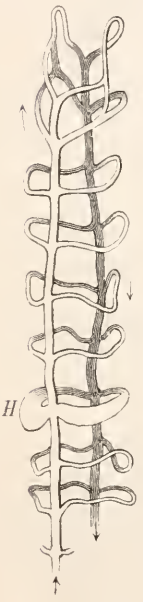


Nervensystem und Kreislauforgane von *Paludina vivipara*, nach Leydig. *F* Fühler, *Oe* Oesophagus, *Cg* Cerebralganglion mit dem Auge, *Pg* Pedalganglion mit anliegender Gehörblase, *Vg* Visceralganglion, *Phg* Pharyngealganglion, *A* Atrium des Herzens, *Ve* Ventrikel, *Aa* Aorta abdominalis, *Ac* Aorta cephalica, *V* Venen, *Vc* Kiemenvene, *Br* Kieme.

Lymphgefässe als Spalten im Bindegewebe und in den von Endothel bekleideten Räumen der Leibeshöhle eine Einschränkung erfährt.

Obwohl das sogenannte Rückengefäss der *Arthropoden* den einfachsten Gestaltungsverhältnissen von Herz und Gefässsystem entspricht, erscheint dasselbe gleichwohl nicht als Ausgang für die Entwicklung der Kreislaufsorgane der höhern Metazoen. Vielmehr haben wir diesen in dem vom Mesoderm erzeugten Gefässapparat der *Anneliden* zu suchen, der sich freilich so verschieden verhalten kann, dass es schwer fällt, die ursprüngliche Grundform festzustellen. Wahrscheinlich ist dieselbe auf ein dorsales Mediangefäss zurückzuführen, welches, aus der Darmwandung entsprungen, oberhalb (Fig. 71) derselben durch die Länge des Körpers zieht und, durch seitliche Gefässschlingen mit einem ventral verlaufenden Bauchgefäss verbunden, die Blutflüssigkeit enthält.

Fig. 71.



Vorderer Abschnitt des Blutgefässsystems eines Oligochaeten *(Saenuris)*, nach Gegenbaur. Im Dorsalgefäss bewegt sich das Blut in der Richtung nach vorne, im Ventralgefäss nach hinten (siehe die Pfeile). *H* herzartig erweiterte Querschlinge.

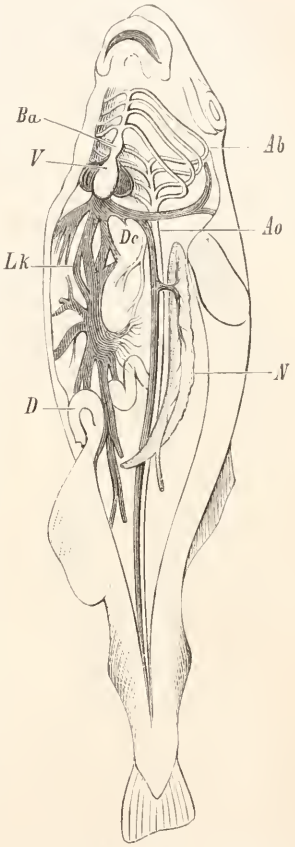
Ein contractiler Abschnitt im Verlaufe des Rückengefässes, beziehungsweise pulsirende Seitenschlingen (Herzen) unterhalten die Blutbewegung dort in der Richtung von hinten nach vorne, und in umgekehrter Richtung im Bauchgefässe.

Auch bei den *Vertebraten* erscheint das blutführende Gefässsystem in beträchtlicher Ausdehnung im Körper ausgebreitet, bevor sich an demselben ein pulsirender Abschnitt als Herz entwickelt. Aehnlich wie bei den Anneliden verläuft auch bei den Lancetfischchen (*Amphioxus*) am Darme ein dorsaler und ventraler Gefässstamm, welche durch zahlreiche Querschlingen verbunden sind. Auch hier pulsiren Abschnitte dieses Gefässapparates, während noch ein scharf abgesetztes muskulöses Herz fehlt. Diese Anordnung der Gefässstämme, welche dem zur Respiration in Beziehung stehenden Pharyngealabschnitte des Darmes, dem Kiemensack, angehören, gestattet einen directen Vergleich mit dem Gefässapparat der Gliederwürmer und entspricht zugleich in einfachster Form dem Typus der Wirbelthiere. Der unterhalb des Athemsackes verlaufende Längsstamm entsendet zahlreiche an der Kiemenwand aufsteigende, an ihrer Ursprungsstelle contractile Gefässbögen, von denen sich das vorderste Paar hinter dem Munde unterhalb der Chorda zur Wurzel der auch die nachfolgenden Gefässbögen aufnehmenden Körperarterie (Aorta descendens) vereinigt. Diese entsendet an die Muskulatur der Leibeswand und an die Eingeweide Aeste ab, aus denen das venöse Blut in subintestinale Gefässe übergeht, welche sich am Leber-Blindsacke des Darmes in ein Capillarsystem, ein Capillarnetz, auflösen und durch eine Vene, Lebervene das Blut in den ventralen Gefässstamm zurückführen.

Aus dem Ursprungsabschnitt des letzteren entwickelt sich bei allen übrigen Vertebraten der anfangs S-förmig gekrümmte Herzschlauch, welcher später eine konische Gestalt gewinnt und sich in Vorhof und Herzkammer

gliedert. Der erstere nimmt das aus dem Körper zurückkehrende Blut auf und führt dasselbe in den kräftigeren Ventrikel, aus welchem ein aufsteigender, an seiner Wurzel bulbös aufgetriebener Gefässstamm, Aorta ascendens mit dem Aortenbulbus, entspringt und mittelst seitlicher Gefässbögen, Aortenbögen, in die unter der Wirbelsäule im Körper herabsteigende Aorta descendens führt. Taschenklappen an beiden Ostien des Ventrikels reguliren die Richtung des Blutstromes, indem sie während der Diastole das Zurückströmen des Blutes aus der Arterie in den Ventrikel und während der Systole aus diesem in das Atrium verhindern.

Fig. 72.



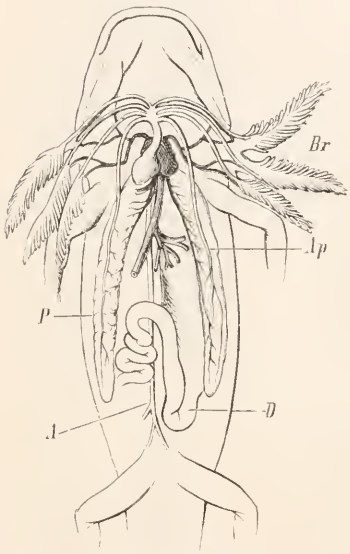
Kreislauforgane eines Knochenfisches, schematisch dargestellt. *V* Ventrikel, *Ba* Aortenbulbus mit den Arterienbögen, welche das Blut in die Kiemen führen, *Ao* Aorta descendens, zu welcher die aus den Kiemen austretenden Epibranchialarterien *Ab* zusammentreten, *Dc* Ductus Cuvieri, *N* Niere, *D* Darm, *Lk* Pfortaderkreislauf der Leber.

Durch die Einschiebung der Respirationsorgane in das System der Aortenbögen gestaltet sich dieses und zugleich der Herzbau in verschiedenem Masse complicirter. Bei den Fischen (Fig. 72) schalten sich meist vier oder fünf Kiemenpaare in den Verlauf der Aortenbögen ein, welche sich in das respiratorische Capillarnetz der Kiemenblättchen auflösen. Aus diesem sammelt sich das arteriell gewordene Blut in entsprechenden abführenden Gefässbögen, den sogenannten Epibranchialarterien, die zur Aorta descendens zusammentreten. Das Herz bleibt in diesem Falle ein einfaches und führt venöses Blut, verhält sich aber bei den Teleostiern einerseits und den Plagiostomen und Ganoiden andererseits insofern verschieden, als im ersteren Falle die Aorta mit einfachem Bulbus entspringt, während bei diesen ein pulsirender Herzabschnitt als Conus arteriosus mit Klappenreihen im Innern hervortritt.

Sobald Lungen als Respirationsorgane hinzukommen (Dipnoer, Perennibranchiaten, Larven von Salamandern und Batrachiern) (Fig. 73), gewinnt das Herz eine complicirtere Gestaltung durch die Scheidung des Vorhofes in eine rechte und linke Abtheilung, von denen die letztere das in den Lungen arteriell gewordene, durch die Pulmonalvenen zurückkehrende Blut aufnimmt. Man unterscheidet dann einen rechten und linken Vorhof, deren Scheidewand in Folge vorhandener Lücken, mit Ausnahme der Batrachier, noch eine unvollständige bleibt. Aus dem Aortenstamm gehen vier Gefässbögen hervor, von denen die drei vorderen zu den Kiemen führen, der untere die zuführenden Lungengefässe (Pulmonalarterien) als Abzweigungen abgibt und in der Regel die Beziehung zur Kiemenrespiration verliert.

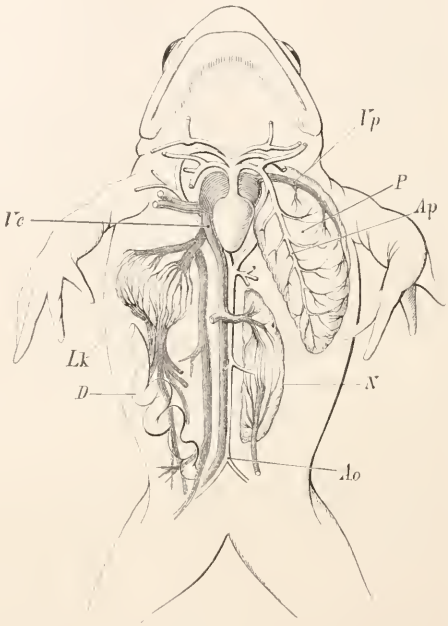
Mit dem Ausfall der Kiemen, wie er sich während der Metamorphose bei Salamandrinen und Batrachiern vollzieht, gewinnen die Lungenarterien eine viel bedeutendere Stärke und werden zu Fortsetzungen des unteren Gefässbogens, während die zur Aorta descendens führenden Endstücke desselben sich zu untergeordneten Nebengängen (*Ductus Botalli*) rückbilden oder obliteriren. Gleichzeitig kommt es durch Faltenbildung im Lumen der aufsteigenden Aorta zu einer Scheidung des unteren, zu den Lungen führenden Gefässbogens, welcher

Fig. 73.



Kiemen *Br* und Lungensäcke *P* eines Perennibranchiaten. *Ap* Lungenarterie, aus dem untersten der vier Gefässbögen hervorgehend. Die übrigen Gefässbögen führen zu den drei Kiemenpaaren. *A* Aorta. *D* Darmtractus.

Fig. 74.



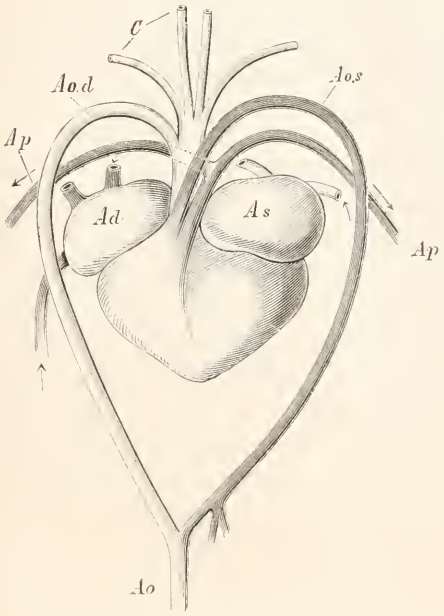
Kreislaufsorgane des Frosches. *P* Lunge der linken Seite, der Lungensack der rechten Seite ist entfernt, *Ap* Arteria pulmonalis, *Vp* Vena pulmonalis, *Vc* Vena cava, *Ao* Aorta descendens, *N* Niere mit Pfortaderkreislauf, *D* Darm, *Lk* Pfortaderkreislauf der Leber.

durch den Ventrikel venöses Blut des rechten Vorhofes empfängt, und des oberen Systems der Gefässbögen, welche als Kopfgefässe und Aortenbögen das arterielle Blut des linken Vorhofes (freilich mit venösem Blut im Ventrikel gemischt) führen. (Fig. 74.)

Bei den Reptilien, deren Gefässbögen sich auf drei Paare zurückführen lassen, obwohl im Embryo, wie wohl bei allen Amnioten, die Anlagen von 6 Paaren nachweisbar sind, wird die Sonderung beider Blutsorten dadurch vollständiger, dass sich im Ventrikel eine, wenn auch unvollständige Scheidewand entwickelt, welche die Trennung in einen rechten und linken Kammerabschnitt vorbereitet. Gleichzeitig führen Faltenbildungen im Lumen des aus dem ersteren entspringenden Aortentruncus zur Sonderung desselben in drei Abtheilungen, von denen eine mit dem linken Ventrikelraum communicirt und zum Stamme des

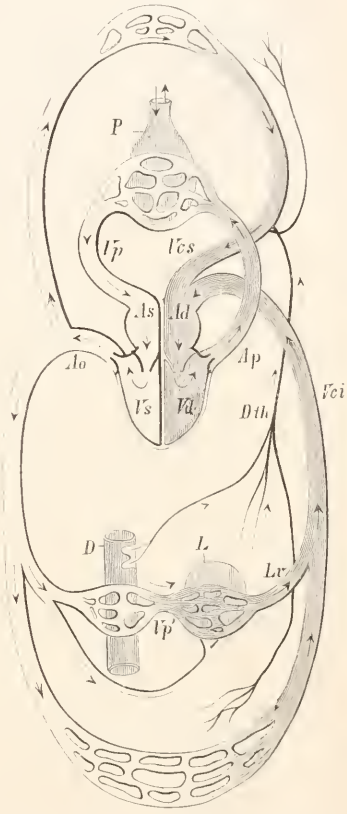
rechten Arcus Aortae nebst den Kopfgefässen (*Carotiden*) wird, während der in den linken Bogen führende Arterienstamm ebenso wie der Gefässstamm der Lungenarterien nur venöses Blut vom rechten Kammerraum empfängt. (Fig. 75.)

Fig. 75.



Herz und Gefässstämme einer Schildkröte. *Ad* Atrium dextrum, *As* Atrium sinistrum, *Ao.d* rechter Aortenbogen, *Ao.s* linker Aortenbogen, *Ao* Aorta descendens, *C* Kopfgefässe, *Ap* Pulmonalarterien.

Fig. 76.



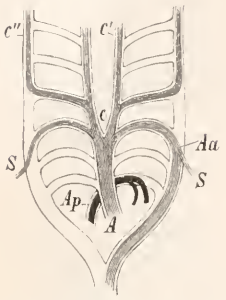
Schematische Darstellung des vollkommen getrennten rechten und linken Herzens und doppelten Kreislaufes, nach Huxley. *Ad* Atrium dextrum mit der oberen und unteren Hohlvene, *Vcs*, *Vci*; *Dth* Ductus thoracicus als Hauptstamm der Lymph- und Chylusgefässe, *Vd* Ventriculus dexter, *Ap* Arteria pulmonalis, *P* Lunge, *Vp* Vena pulmonalis, *As* Atrium sinistrum, *Vs* Ventriculus sinister, *Ao* Aorta, *D* Darm, *L* Leber, *Vp'* Pfortader, *Lv* Lebervene.

Vollkommen wird das Ventrikelseptum und hiermit zugleich die Scheidung von rechtem und linkem Ventrikel erst bei den *Krokodilen*, bei denen ebenso der rechte Arterienbogen aus der linken Kammer entspringt. Aber auch hier ist die Sonderung beider Blutsorten noch nicht vollständig durchgeführt, da einmal am Septum des rechten und linken Aortenstammes eine Durchbrechung der Wand (*Foramen Panizzae*) die Communication ermöglicht, und sodann noch eine Verbindung zwischen dem linken und dem rechten in die Aorta descendens übergehenden Aortenbogen besteht.

Erst bei den Vögeln und Säugethieren, deren Herz wie bei den Krokodilen in einen rechten und linken Abschnitt geschieden ist, erscheint die Trennung beider Blutsorten vollkommen durchgeführt. (Fig. 76.) Bei den Vögeln persistirt der rechte Aortenbogen, während der linke rückgebildet wird, bei den Säuge-

thieren (Fig. 77) ist es umgekehrt der linke, welcher zurückbleibt und zur Aorta descendens wird.

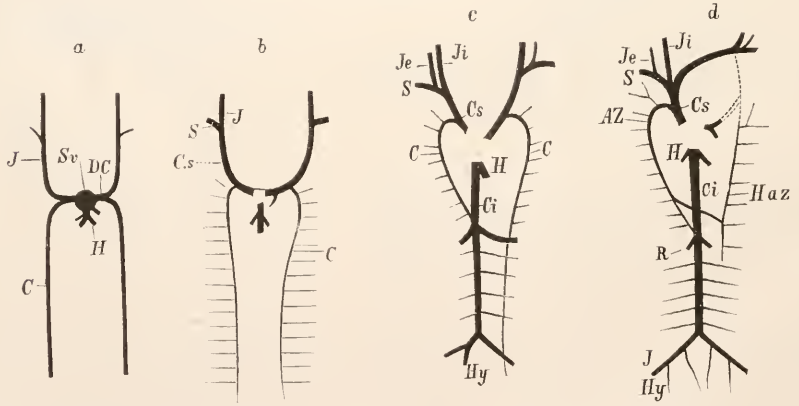
Fig. 77.



Schema der Gefässstämme des Säugethieres mit Rücksicht auf die sechs embryonalen Gefässbögen. *c* Carotiden, *A* Aorta, *Aa* Arcus aortae, *Ap* Arteria pulmonalis, *S* Subclaviae.

Das zum Herzen zurückführende *Venensystem* ist seiner Anlage nach paarig und besteht in der embryonalen Anlage — wie auch zeitlebens bei den Fischen — aus zwei vorderen und zwei hinteren Längsstämmen, welche jederseits durch einen Querstamm (*Ductus Cuvieri*) mittelst gemeinsamen Sinus in den Vorhof münden. (Fig. 78 *a*.) Die beiden vorderen Gefässe (*J*) werden zu den *Jugularvenen* und führen das Blut vom Kopfe zurück, während sich in den beiden hinteren (*C*) Cardinalvenen das Blut aus der Rumpfwand und einem Theile der Eingeweide sammelt. Dieselben nehmen auch das aus der Caudalvene in das Pfortadersystem der Niere übergeführte Blut auf. (Fig. 72.) Dazu kommt noch das paarige oder unpaare System der Lebervenen, welches das Blut aus der sehr frühzeitig (vor Entstehung der Cardinalvenen, Amphioxus) auftretenden Subintestinalvene in Verbindung mit den Dottersackgefässen und den aus denselben hervorgehenden Pfortadergefässen der Leber aufnimmt.

Fig. 78.



a Schema des primitiven Venensystems. *J* Jugularvene, *C* Cardinalvene, *DC* Ductus Cuvieri, *H* Lebervenen, *Sv* Sinus venosus. — *b* Schema der primitiven paarigen Venen bei Säugethieren. *Cs* Obere Hohlvene, *S* Schlüsselbeinvene. — *c* Schema der paarigen Venen bei Säugethieren auf einer weiteren Entwicklungsstufe. *d* Schema der Hauptstämme des Venensystems des Menschen. Die linke Jugularvene ist durch einen Querstamm in die rechte übergeführt. *Ji* Innere Jugularvene, *Je* äussere Jugularvene, *Ci* untere Hohlvene, *H* Lebervene, *Az* Vena azygos, *Haz* Vena hemiazygos, *R* Nierenvene, *J* Vena iliaca, *Hy* Vena hypogastrica. (Nach Gegenbaur.)

Bei den Amphibien, Reptilien und Vögeln wird das System der hinteren Cardinalvenen in verschiedenem Masse zu schwachen Venen rückgebildet, welche in die Jugularvenen der entsprechenden Seite einmünden. Später wird das Blut der linken jener Venen durch eine Anastomose in die der rechten Seite übergeleitet,

und die Verbindung mit der linken Jugularvene aufgehoben. Die Fortsetzungen beider Jugularvenen aber werden nach Aufnahme der von den Vordergliedmassen kommenden Schlüsselbeinvenen (*Subclavien*) als obere Hohlvenen unterschieden. Auch bei den Säugethieren erfolgt die Reduction der hinteren Cardinalvenen unter ähnlichen Vorgängen zu Gunsten des Systems der unteren Hohlvene. Die hinteren Cardinalvenen erscheinen nur als Zweige der aus den Jugularvenen und Cuvier'schen Gängen hervorgegangenen oberen Hohlvenen. (Fig. 78 *b*.) Bei den meisten Placentaliern wird nun aber auch das Blut der linken oberen Hohlvene durch eine Queranastomose in die rechte übergeführt, welche allein als obere Hohlvene persistirt, während die linke eine sehr bedeutende Reduction erfährt (Fig. 78 *c*) und im Extrem, wenn nämlich auch das Blut der linken Cardinalvene (*V. hemiazygos*) durch einen Quergang in die rechte (*V. azygos*) geleitet wird (Fig. 78 *d*), zum Sinus der Kranzvene des Herzens rückgebildet erscheint (Primaten).

Bei den Amnioten und schon bei den Amphibien erfährt das unpaare, vornehmlich aus dem Pfortaderkreislauf der Leber zurückführende Venensystem eine mächtige Entwicklung. Hierauf beruht der Hauptunterschied des Venensystems der Amphibien und höhern Vertebraten im Vergleiche zu den Fischen. An Stelle der bei diesen in den gemeinsamen Venensinus des Vorhofes einmündenden Lebervenen tritt eine untere Hohlvene, welche als Fortsetzung der rückführenden Nierenvenen (Venae renales revehentes) das Blut der Lebervenen aufnimmt und in den Venensinus des Herzens einführt. (Fig. 74.) Dieselbe entsteht in ihrem vorderen Abschnitte selbstständig, während ihre hintere Partie aus der Verschmelzung des Urnierenabschnittes beider Cardinalvenen hervorgeht. Bei den Säugethieren ist es nur der Urnierenabschnitt der rechten Cardinalvene, welcher zur hinteren Partie der unteren Hohlvene wird.

Schon bei den Fischen besteht ein Nierenpfortadersystem, welches auch bei den Amphibien und Reptilien (die Schildkröten ausgenommen) wiederkehrt und das Blut aus der hinteren Körperregion (Extremitäten, Schwanz) jederseits durch Venae advehentes zugeführt erhält. (Fig. 74.) Auch durch das Auftreten der Allantoidalvenen (Umbilicalvenen), in welche zugleich Venen der Bauchwand einmünden, sowie durch die Ausbildung einer von der Harnblase und den hinteren Extremitäten Blut beziehenden Abdominalvene (*V. epigastrica*) gewinnt das System der unteren Hohlvene eine complicirtere Gestaltung. Bei den Säugethieren, deren Nieren (wie auch die der Vögel) keinen Pfortaderkreislauf mehr besitzen, vereinigt sich die untere Hohlvene mit dem Stamme der Umbilicalvenen, von denen die rechtsseitige frühzeitig schwindet. In das hintere Ende der Hohlvene münden nach Rückbildung der Cardinalvenen die Venen des Schwanzes, der hinteren Extremität und des Beckens, weiter aufwärts Intercostalvenen der Lendengegend und die Venae renales ein.

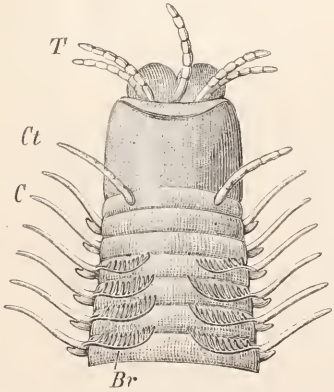
Bei den Wirbelthieren ist das Blut von dem Chylus nach Färbung und Zusammensetzung wesentlich verschieden, und es ist noch ein besonderes System von *Chylus-* und *Lymphgefässen* vorhanden, welche als wandungslose

Lücken zwischen den Geweben beginnen und das Blut durch Aufsaugung sowohl der vom Darm aus eingezogenen Nahrungsflüssigkeit (*Chylus*), als der durch die Capillaren in die Gewebe hindurchgeschwitzten Säfte (*Lymphe*) ergänzen. Aber auch die von Endothel bekleideten Binnenräume des Leibes, wie die Bauch- und Brusthöhle, sind als in das Lymphgefässsystem eingeschaltete Cavitäten zu betrachten, daher erscheint das Blutgefässsystem auch bei den Vertebraten strenggenommen nicht vollkommen geschlossen. Eigenthümliche, in die Lymph- und Chylusbahnen eingeschobene drüsenartige Organe, in welchen die helle Lymphe ihre geformten Elemente (Chyluskörperchen = farblose Blutkörperchen) empfängt, sind unter dem Namen Lymphdrüsen bekannt (Milz, Blutgefässdrüsen).

Athmungsorgane.

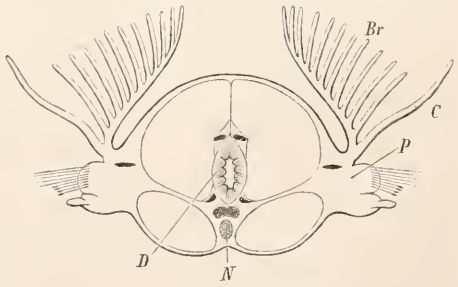
Ausser der beständigen Erneuerung durch aufgenommene Nahrungssäfte bedarf das Blut zur Erhaltung seiner Eigenschaften der fortgesetzten Zufuhr eines Gases, des *Sauerstoffes*, mit dessen Aufnahme zugleich die Abgabe von *Kohlensäure* (und Wasserdampf) verbunden ist. Der Austausch beiderlei Gase zwischen dem Blute des thierischen Körpers und dem äusseren Medium ist der wesentliche Vorgang der äusseren *Athmung* und geschieht durch Organe, welche entweder für die Athmung in der Luft oder im Wasser tauglich erscheinen. Im einfachsten Falle besorgt die gesammte äussere Körperbedeckung den Austausch

Fig. 79.



Kopf und vordere Leibessegmente einer *Eunice*, vom Rücken aus gesehen. *T* Tentakeln oder Fühler des Stirnlappens, *Ct* Cirri tentaculares, *C* Cirri an den Parapodien, *Br* Kiemenanhänge der Parapodien.

Fig. 80.



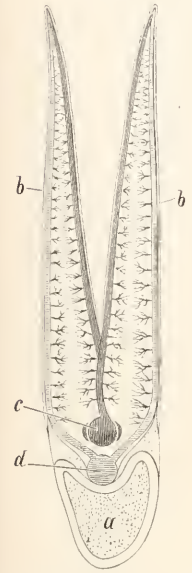
Durchschnitt durch ein Leibessegment der *Eunice*. *Br* Kiemenanhänge, *C* Cirri, *P* Parapodien mit dem Borstenbündel, *D* Darm, *N* Nervensystem.

beider Gase, wie auch überall da, wo besondere Respirationsorgane auftreten, die äussere Haut bei der Athmung mit in Betracht kommt. Auch können innere Flächen, wie Abschnitte der Darmwand bei diesem Austausch betheiligt sein.

Die Athmung im Wasser stellt sich natürlich weit ungünstiger für die Zufuhr des Sauerstoffes heraus als die directe Athmung in der Luft, weil nur die geringen Mengen von Sauerstoff, welche der im Wasser vertheilten Luft

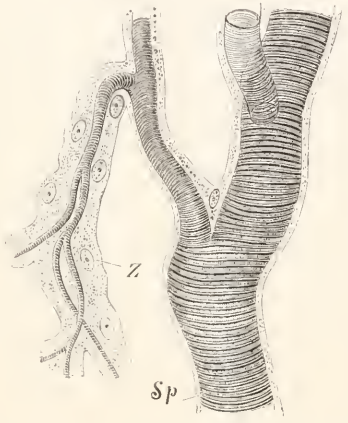
zugehören, in Verwendung kommen können. Daher findet sich diese Form der Athmung bei Thieren mit minder energischem Stoffwechsel und von tieferer Lebensstufe (Anneliden, Mollusken, Decapoden, Fische). Die Organe der sogenannten Wasserathmung sind äussere, möglichst flächenhaft entwickelte Anhänge, welche aus einfachen, geweihförmigen oder dendritisch verästelten Schläuchen

Fig. 81.



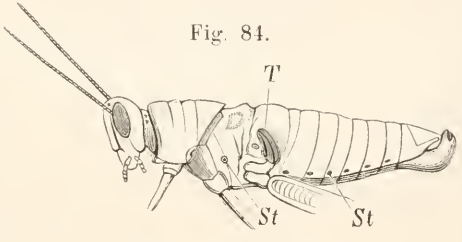
Durchschnitt durch die Kieme eines Teleostiers. *b* Kiemenblättchen mit den Capillaren, *c* zuführendes Gefäss mit venösem, *d* abführendes Gefäss mit arteriellem Blute, *a* knöcherner Kiemenbogen.

Fig. 82.



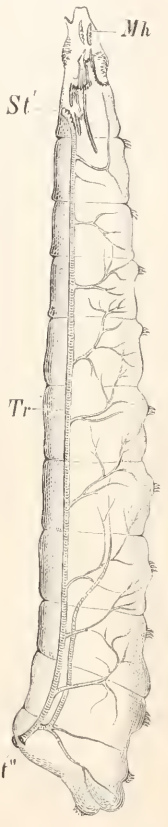
Tracheenästchen mit feineren Verzweigungen, nach Leydig. *Z* zellige Aussenwand, *Sp* cuticulare Intima mit Spiralfaden.

Fig. 84.



Kopf und Rumpf eines *Acridium* in seitlicher Ansicht. *St* Stigmen, *T* tympanales Organ.

Fig. 83.



Tracheensystem einer Fliegenmade. *Tr* Längsstamm der rechten Seite mit den Tracheenbüscheln der Segmente, *St'* und *St''* vorderes und hinteres Stigma, *Mh* Mundhaken.

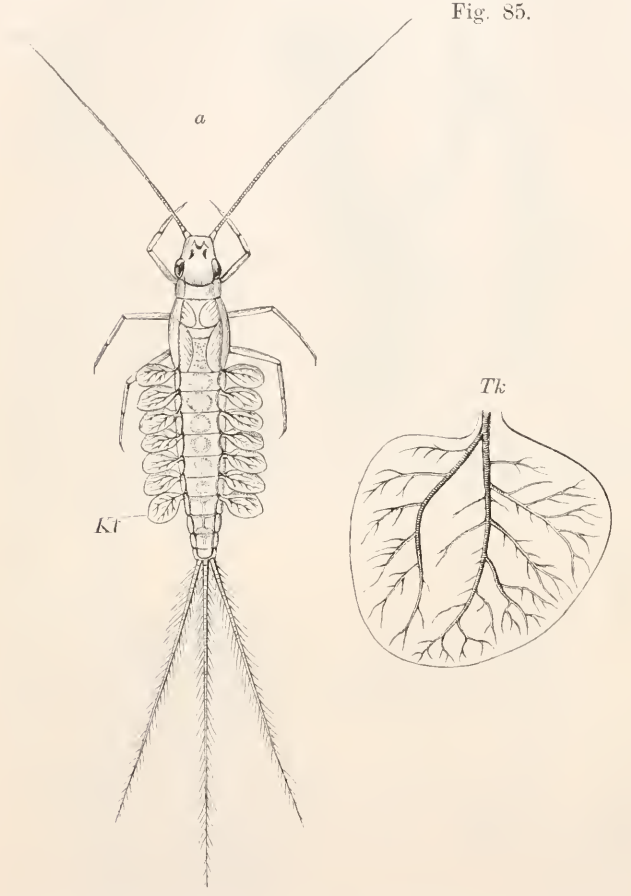
(Fig. 79, 80) oder aus lancetförmigen, dicht nebeneinander gedrängten, eine grosse Oberfläche bildenden Blättchen bestehen, die *Kiemen*. (Fig. 81.)

Die Organe der Luftathmung dagegen entwickeln sich als Einstülpungen im Innern des Körpers und bieten ebenfalls die Bedingungen einer bedeutenden Flächenwirkung zum endosmotischen Austausch zwischen Luft und den Blutgasen. Dieselben sind entweder *Lungen* oder luftführende Röhren. Im ersteren Falle sind sie (Wirbelthiere) geräumige Säcke mit alveolärer oder schwammiger, von zahlreichen Septen und Balken durchsetzter Wandung, welche ein äusserst reiches Netzwerk von Capillaren trägt.

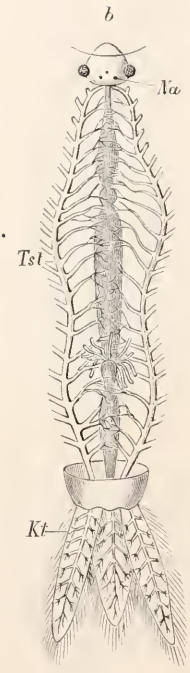
Die *Luftröhren* oder *Tracheen* (Fig. 82) bilden ein im ganzen Körper verästeltes System von Canälen, welche die Luft nach allen Organen hinführen.

Bei den Lungen ist die Respiration localisirt, hier dagegen auf alle Gewebe und Organe des Körpers ausgedehnt. Die äussere Athmung, das heisst Aufnahme von Sauerstoff in das Blut, fällt mit der inneren, der Athmung in den Geweben, zusammen, welche von feinen Tracheennetzen umsponnen werden. Indessen können die Luftröhren in der als *Fächertracheen* bekannten Modification (Spinnen) zu den Lungen hinführen, indem die Röhrenstämme, ohne

Fig. 85.



Larve einer Eintagsfliege mit sieben Paar Tracheenkiemen *Kt*, unter Lupenvergrösserung. *Tk* Eine Tracheenkieme isolirt, stark vergrössert (ohne Nebenblättchen).



Tracheensystem einer *Agrion*-Larve, nach L. Dufour. *Tst* Tracheenstämme zur Seite des Darmcanals, *Kt* Kiementracheen, *Na* die drei Punktaugen.

weitere Aeste zu bilden, sich zu flachen Hohlblättern entwickeln. In die Organe der Luftathmung führen naturgemäss Oeffnungen der Körperwand, entweder wie bei den Tracheen in grösserer Zahl und paarig symmetrisch an den Seiten des Leibes sich wiederholend (*Stigmen* der Insecten, Spinnen, Fig. 83 und 84), oder wie bei den Lungen der Vertebraten der Zahl nach beschränkt und mittelst complicirter, zu manchen Nebenleistungen verwendeter (Nasenhöhlen) Vorräume beginnend. Indessen können bei wasserlebenden Insecten die Tracheen der Einmündungsöffnungen entbehren und an bestimmten Stellen des Körpers

ihren Sauerstoff durch kiemenähnliche, mit dichtem Tracheennetz erfüllte Anhänge aus dem Wasser aufnehmen. Man nennt solche Anhänge, wie sie am Körper der Phryganea-, Ephemera- und Libellenlarven (Agrion) auftreten, *Tracheenkiemen*. (Fig. 85 *a*, *b*.) In seltenen Fällen können dieselben an der Wand des Mastdarmes zur Entwicklung kommen und somit in einem geschützten Raume ihre Lage finden (Mastdarmathmung von *Aeschna*, *Libellula*).

Uebrigens ist der Athmungsvorgang an Kiemen- wie Lungenoberfläche im Grunde derselbe. Wenn man bei Lungenschnecken (*Limnaeus*) wahrnimmt, dass die Respirationsfläche nach Füllung der Mantelhöhle mit Wasser (sowohl im jugendlichen Zustande, als unter besonderen Lebensbedingungen, wie Aufenthalt in der Tiefe des Wassers, auch dauernd) ähnlich wie die Fläche einer Kieme athmet, so wird man es nicht auffallend finden, dass in gleicher Weise Kiemen und verästelte Hautwucherungen, welche unter normalen Verhältnissen zur Athmung im Wasser dienen, falls sie in feuchtem Luftraum durch ununterbrochene Befeuchtung wie durch interne Blutfüllung vor Einschrumpfen und Trockniss geschützt bleiben, wie die Lungenoberfläche sich verhalten (Krabben, *Birgus latro*, Labyrinthfische) und ihren Trägern Aufenthalt und Athmung in der Luft ermöglichen.

Für den Austausch der Gase ist der rasche Wechsel des den Sauerstoff tragenden Mediums, welches die respiratorischen Flächen umgibt, von der grössten Bedeutung. Wir treffen daher sehr häufig besondere Einrichtungen an, durch welche sowohl die Entfernung der bereits verwendeten, des Sauerstoffes beraubten und mit Kohlensäure gesättigten Theile bewirkt, als der Zufluss neuer sauerstoffhaltigen und von Kohlensäure freien Mengen des respiratorischen Mediums herbeigeführt wird. Im einfachsten Falle kann diese Erneuerung, wenn auch minder vollständig, durch die Bewegung des Körpers oder durch continuirliche Schwingungen der Kiemenanhänge herbeigeführt werden, durch Bewegungen, welche zugleich, falls die respiratorischen Flächen in der Umgebung des Mundes angebracht sind, als Organe der Nahrungszufuhr in Verwendung kommen. In dieser Weise dienen die Tentakeln verschiedener festsitzenden Thiere zur Athmung (Bryozoen, Brachiopoden, Tubicolen etc.). Sehr häufig erscheinen die Kiemen als Anhänge der Locomotionsorgane, z. B. der Schwimm- oder Gehfüsse (Krebse, Anneliden), deren Bewegungen den Wechsel des respiratorischen Mediums an der Kiemenoberfläche unterhalten. Complicirter gestalten sich die Bewegungen, wenn die Kiemen in besonderen Räumen eingeschlossen liegen (Fische, Decapoden), oder wenn die Athmungsorgane selbst, wie dies für die Tracheen und Lungen gilt, im Innern des Leibes liegen, die in mehr oder minder regelmässigem Wechsel ausgepumpt und mit frischer Luft erfüllt werden müssen. Hier wie dort sind es Bewegungen benachbarter Körpertheile oder rhythmische Verengerungen und Erweiterungen der Lufträume, sogenannte *Athembewegungen*, welche die Erneuerung des respiratorischen Mediums reguliren. Von diesen, zunächst vornehmlich bei den luftathmenden Thieren in die Augen fallenden Bewegungen ist die Bezeichnung *Athmung* oder *Respiration*

auf den erst secundär von der Lufteinfuhr und -Ausfuhr abhängigen endosmotischen Process der Sauerstoffaufnahme und des Sauerstoffverbrauches übertragen worden und in diesem Sinne streng genommen um so weniger zutreffend, als es sich bei den Respirationsbewegungen der mit Kiemenräumen versehenen Thiere um Ein- und Ausströmung von Wasser handelt.

Bei den höheren Thieren mit rothem Blute ist der Unterschied der Blutbeschaffenheit vor und nach dem Durchtritt des Blutes durch die Athmungsorgane ein so auffallender, dass man schon an der Färbung das kohlensäurereiche Blut von dem sauerstoffreichen sofort zu erkennen vermag. Das erstere ist dunkelroth und wird schlechthin als venöses bezeichnet, das aus den Kiemen oder Lungen ausströmende Blut hingegen hat eine intensiv hellrothe Färbung und führt den Namen arterielles Blut. Während man die Bezeichnung *venös* und *arteriell* im anatomischen Sinne gebraucht, um die Natur der Blutgefässe zu bezeichnen, je nachdem sie das Blut zum Herzen hinführen oder dasselbe vom Herzen wegführen, wendet man auch die gleiche Bezeichnung in physiologischem Sinne an, als Ausdruck für die beiderlei Blutsorten vor und nach dem Durchtritt durch das Respirationsorgan. Da dieses letztere aber entweder in die Bahnen der venösen oder arteriellen Gefässe eingeschoben ist, so muss es im ersteren Falle venöse (Mollusken und Vertebraten) Gefässe geben, welche arterielles Blut, im letzteren Falle (Vertebraten) arterielle Gefässe, welche venöses Blut führen.

Die Intensität der Athmung steht in geradem Verhältnisse zur Energie des Stoffwechsels. Thiere mit Kiemenathmung und spärlicher Sauerstoffaufnahme sind nicht im Stande, grosse Mengen von organischen Bestandtheilen zu verbrennen, und können nur ein geringes Quantum von Spannkräften in lebendige Kraft umsetzen. Dieselben erzeugen daher nicht nur verhältnissmässig wenig Muskel- und Nervenarbeit, sondern produciren auch in nur geringem Masse die eigenthümlichen, als Wärme bekannten Molekularbewegungen. Thiere mit spärlicher Wärmebildung, deren Quelle nicht etwa, wie man früher irrthümlich glaubte, in den Respirationsorganen, sondern in den thätigen Geweben zu suchen ist, vermögen nicht ihre selbsterzeugte Wärme den Temperatureinflüssen des umgebenden Mediums gegenüber selbstständig zu bewahren. Dasselbe gilt auch für luftathmende Thiere mit intensivem Stoffwechsel und reichlicher Wärmebildung, wenn sie in Folge ihrer sehr geringen Körpergrösse eine bedeutende wärmeausstrahlende Oberfläche darbieten (Insecten). Bei dem beständigen Wärmeaustausch zwischen thierischem Körper und umgebendem Medium muss bei solchen Thieren die Temperatur des äusseren Mediums massgebend sein für die Temperatur des thierischen Körpers und diese mit jener bald steigen, bald sinken. Daher erscheinen die meisten sogenannten niederen Thiere als *Wechselwarme* [1]) oder, wie man sie minder

[1]) Vergl. Bergmann, Ueber die Verhältnisse der Wärmeökonomie der Thiere zu ihrer Grösse. Göttinger Studien, 1847; ferner Bergmann und Leuckart, Anatomisch-physiologische Uebersicht des Thierreiches. Stuttgart, 1852.

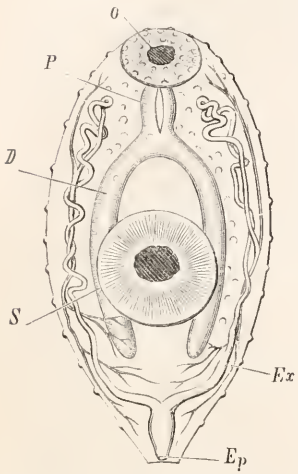
treffend bezeichnet hat, als *Kaltblüter*. Die höheren Thiere dagegen, welche bei hochentwickelten luftführenden Respirationsorganen und energischem Stoffwechsel eine bedeutende Menge von Wärme erzeugen und durch Körpergrösse wie durch Behaarung oder Befiederung der Haut vor rascher Ausstrahlung geschützt sind, vermögen sich einen Theil der erzeugten Wärme unabhängig vom Sinken und Steigen der Temperatur des umgebenden Mediums als *constante Eigenwärme* zu erhalten. Man bezeichnet daher diese Thiere als *Homöotherme* oder *Warmblüter*. Da für dieselben eine hohe, nur innerhalb geringer Grenzen variirende Eigenwärme zugleich nothwendige Bedingung des normalen Verlaufes der Lebensvorgänge, beziehungsweise der Erhaltung des Lebens erscheint, so muss der Organismus in sich selbst eine Reihe von Regulatoren besitzen, um bei höherer Temperatur des umgebenden Mediums die Production von Eigenwärme zu vermindern (Herabsetzung des Stoffwechsels), beziehungsweise durch vermehrte Wärmeausstrahlung (Verdunsten der Secrete von Schweissdrüsen, Abkühlung im Wasser) den Wärmezustand herabzusetzen, und umgekehrt bei verminderter Temperatur die Wärmeproduction zu erhöhen (Steigerung des Stoffwechsels durch reichere Nahrungsaufnahme, raschere Bewegung), eventuell zugleich durch Ausbildung eines besseren Wärmeschutzes den Wärmeverlust zu mindern. Wo die Bedingungen zur Wirksamkeit dieser Regulatoren genommen sind (Mangel an Nahrung, geringe Körpergrösse ohne Wärmeschutz), finden wir ein Correctiv zur Erhaltung des Lebens in der Erscheinung des Winterschlafes (Sommerschlafes), und da, wo der Organismus keine zeitweilige Herabsetzung des Stoffwechsels verträgt, in den merkwürdigen Erscheinungen der Wanderung und des Zuges (Zugvögel, Strichvögel).

Die Athmungsorgane stehen in gewisser Beziehung vermittelnd zwischen den Organen der Ernährung und Ausscheidung, indem sie Sauerstoff aufnehmen und Kohlensäure abgeben. Ausser diesem Gas werden aber eine Menge von Auswurfsstoffen des Organismus, welche aus der Körpersubstanz in das Blut eintreten, meist in flüssiger Form aus demselben ausgeschieden. Diese Function besorgen die *Excretionsorgane*, Drüsen von einfachem oder complicirtem Baue, welche als Einstülpungen der äusseren Haut und der inneren Darmwand, oder als mesodermale Bildungen sich auf einfache oder verästelte Röhren zurückführen lassen.

Harnorgane. Unter den mannigfachen Stoffen, welche mit Hilfe der Epithelialauskleidung der Drüsenwandungen aus dem Blute entfernt, zuweilen auch noch zu verschiedenen Nebenleistungen verwendet werden, erscheinen die stickstoffhaltigen Zersetzungsproducte des Körpers besonders wichtig. Die Organe, welche diese Endproducte des Stoffwechsels ausscheiden, sind die *Harnorgane* oder *Nieren*. Bei den Protozoen durch die pulsirende Vacuole vorbereitet, erscheinen dieselben bei den Coelenteraten durch Gruppen von Entodermzellen vertreten, in welchen sich Concremente ablagern und später frei werden. Diese Zellengruppen können in papillenförmigen, durch einen Porus geöffneten Erhebungen gehäuft liegen (Ringgefäss von *Aequorea*). Bei den Echino-

dermen werden Anhänge am Afterdarm (Interradialschläuche der Asteroideen) als Harnorgane gedeutet. Mit grösserem Rechte betrachtet man aber als solche die *Tiedemann'schen* Drüsenanhänge am Wassergefässring der Seesterne, bei den Würmern die sogenannten *Wassergefässe*. Die letzteren bilden ein System verzweigter Canäle, welche mit zarten, innen bewimperten Trichtern in dem parenchymatösen Gewebe oder in der Leibeshöhle ihren Anfang nehmen. Im letzteren Falle beginnen die „Wimpertrichter" in der Regel mit weiter Oeffnung. Indessen können die Trichter auch geschlossen sein und sogenannte Wimperläppchen den Anfang der Wassercanälchen bezeichnen. Bei den Plattwürmern stellen zwei seitliche Hauptstämme, die sich häufig mit gemeinsamem, blasenförmig erweitertem Endstück (contractile Blase) am hinteren Körperpole öffnen, den ausführenden Apparat dar. (Fig. 86.)

Fig. 86.

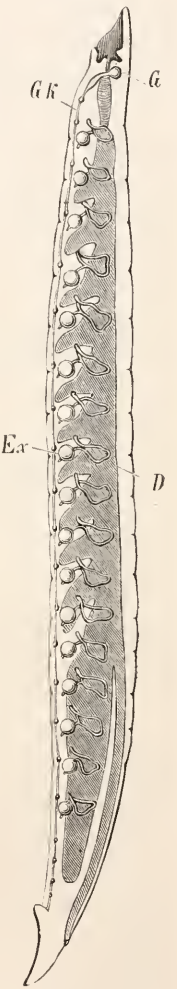


Jugendliches Distomum, nach La Valette. *Ex* Stämme des Wassergefässsystems, *Ep* Excretionsporus, *O* Mundöffnung mit Saugnapf, *S* Saugnapf in der Mitte der Bauchfläche, *P* Pharynx, *D* Darmschenkel.

Bei den Gliederwürmern wiederholen sich die paarigen Nieren in den Segmenten und werden hier als schleifenförmige Canäle oder als *Segmentalorgane* bezeichnet. (Fig. 87 und 88.) Diese können bei den Chaetopoden auch die Ausführung der Geschlechtsproducte aus dem Leibesraum übernehmen.

Im Kreise der Arthropoden erhalten sich die Segmentalorgane am vollständigsten bei den Onychophoren (*Peripatus*), wo sie sich in allen beintragenden Segmenten wiederholen, jedoch mit geschlossenem Ende anstatt mit offenem Trichter beginnen. In gleicher Weise sind vom Segmentalorgan die *Antennendrüse* und *Schalendrüse* der Crustaceen abzuleiten, welche ebenfalls mit geschlossenen Endsäckchen im Leibesraum beginnen und einen langen gewundenen, mittelst Porus ausmündenden Canal bilden. Auch die Harnorgane der Mollusken sind auf Segmentalorgane zurückzuführen, sowohl die paarigen Bojanus'schen Organe der Muschelthiere und Harnsäcke der Cephalopoden als die unpaaren Nierensäcke der Schnecken, welche mittelst innerer Oeffnung mit dem pericardialen Theil der Leibeshöhle communiciren. Bei den luftathmenden Arthropoden sind die Harnorgane Anhangscanäle des Enddarmes, welche als

Fig. 87.

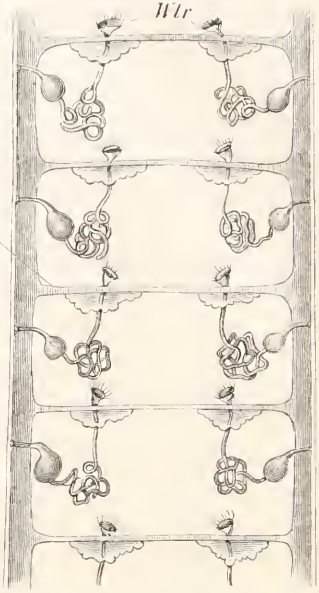


Längsschnitt durch den Blutegel, nach Rud. Leuckart. *D* Darmcanal, *G* Gehirn, *Gk* Ganglienkette, *Ex* Excretionscanäle (Segmentalorgane).

Malpighi'sche Gefässe bekannt, meist in mehrfacher Zahl auftreten. (Fig. 90.) Im Kreise der Vertebraten gelangen die Harnorgane zu grösserer Selbstständigkeit und münden in besonderen Oeffnungen, in der Regel mit dem Geschlechtsapparat vereinigt, nach aussen. Doch auch hier werden diese Organe durch schleifenförmig gewundene, mit trichterförmigen Oeffnungen im Leibesraum beginnende Canäle vorbereitet (Haiembryonen). (Fig. 89.)

Diese Urnierenanlagen (Vornieren) der Vertebratenniere münden jedoch nicht wie die Segmentalorgane der Anneliden jede für sich in einem seitlichen Porus aus, sondern treten in jeder Körperhälfte in einen gemeinsamen, zum Enddarm führenden Canal, den Urnierengang, ein und zeigen ferner die wichtige, für die Wirbelthiere charakteristische Besonderheit, dass sie in ihrem Verlaufe „Malpighi'sche Körperchen" bilden, das heisst zu einer kapselähnlichen Erweiterung anschwellen, in deren Lumen sich ein arterielles Gefässknäuel (Glomerulus) einsenkt. (Fig. 91.)

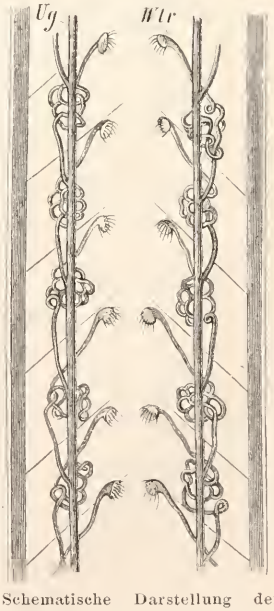
Fig. 88.



Schematische Darstellung der Segmentalorgane eines Gliederwurmes, nach C. Semper. *Ds* Dissepimente der Segmente, *Wtr* Wimpertrichter, der in den knäuelförmig gewundenen Canal führt.

Die Nieren der Vertebraten, welche ebenso wie die Geschlechtsorgane aus dem Mesoderm an der dorsalen Leibeswand entstehen, durchlaufen mehrfache bei Fischen, Amphibien und Amnioten abweichende Entwicklungsphasen bis zum Auftreten der bleibenden Nieren, deren Ausführungsgang oder Ureter mit den Leitungswegen der Geschlechtsdrüsen in Verbindung tritt. Für die Secretionsthätigkeit der Drüse ist die Thatsache von hoher Bedeutung, dass während in den Malpighi'schen Körperchen mittelst des arteriellen Gefässknäuels Wasser mit leicht löslichen Salzen filtrirt wird, die gewundenen Tubuli der Harnkanälchen Harnstoff und Harnsalze ausscheiden. Diesem Gegensatze geht ein bemerkenswerthes Verhalten beider Nierentheile zu zwei Farbstoffen, dem carminsauren Ammon und dem indigschwefelsauren Natron (Indigocarmin) parallel, indem jenes von den Malpighi'schen Körperchen, dieses von den Harncanälchen ausgeschieden wird. Auch in den als Nieren betrachteten Excretionsorganen der Wirbellosen zeigen

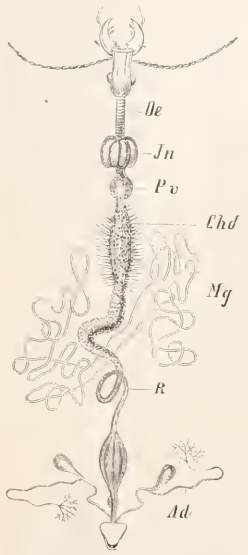
Fig. 89.



Schematische Darstellung der Segmentalorgane eines Haifischembryos, nach C. Semper. *Wtr* Wimpertrichter, *Ug* Urnierengang.

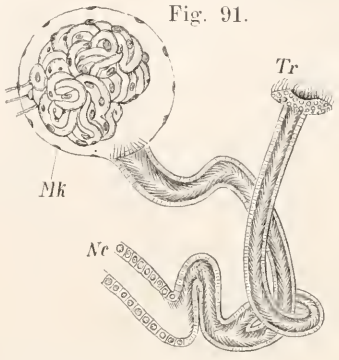
beide Substanzen analoge Beziehungen. Das Endsäckchen der Antennen- und Schalendrüsen der Crustaceen verhält sich durch Ausscheidung von Carmin wie die Malpighi'schen Körperchen, der Schleifencanal durch Absonderung von Indigocarmin wie die Tubuli contorti. Bei den Insecten scheiden die Zellen der Malpighi'schen Gefässe Indigocarmin aus, während Carmin in pericardialen Zellengruppen aus dem Blute extrahirt wird. Bei den Mollusken scheiden die Harnsäcke der Cephalopoden in den Zellen der Venenanhänge, ebenso die Muschelthiere in denen der Bojanus'schen Organe und die Gastropoden in denen der Nierenschläuche zugleich mit Harnconcrementen Indigocarmin ab. Die Anhänge an den Herzvorhöfen, die Pericardialdrüsen sind es hier, welche das carminsaure Ammonium aus dem Blute aufnehmen[1]).

Fig. 90.



Darmcanal nebst Anhangsdrüsen eines Raubkäfers (*Carabus*), nach Léon Dufour. *Oe* Oesophagus, *Jn* Kropf, *Pv* Vormagen, *Chd* Chylusdarm, *Mg* Malpighi'sche Organe, *R* Rectum, *Ad* Analdrüsen mit Blase.

Fig. 91.



Wimpertrichter mit Harncanälchen und Malpighi'schem Körperchen aus dem oberen Nierenabschnitt von *Proteus*, nach Spengel. *Nc* Harncanälchen, *Tr* Trichteröffnung, *Mk* Malpighi'sches Körperchen.

Besondere Ausscheidungen, die häufig noch wichtige Leistungen für den Haushalt des Thieres besorgen und vornehmlich als Waffen zum Schutze sowie zur Vertheidigung dienen, werden sehr häufig durch die äussere Körperfläche vermittelt. Aehnliche Nebenfunctionen kommen auch Excretionen zu, welche von Anhangsdrüsen am Anfangs- oder Endtheil des Darmes abgesondert werden (Speicheldrüsen, Giftdrüsen, Sericterien, Analdrüsen). (Fig. 90.)

In die Kategorie der Hautdrüsen gehören in erster Linie die Schweiss- oder Talgdrüsen der Säugethiere, von denen jene in Folge der leichteren Verdunstung des flüssigen Secretes auch für die Abkühlung des Körpers von Bedeutung sind, diese das Integument und seine besondere Bekleidung weich und geschmeidig erhalten und zu grösseren Complexen gehäuft, selbstständige, mit Nebenfunctionen betraute Drüsen werden (Moschusdrüse, Bibergeildrüse). Auf eine dichte Anhäufung der Talgdrüsen kann man auch die Bürzeldrüsen der Wasservögel zurückführen, deren Secret das Gefieder einzuölen und beim Schwimmen des Thieres vor Durchtränkung mit Wasser zu schützen hat. Als aus acinösen Hautdrüsen hervorgegangen sind ferner die umfangreichen, vielfach verzweigten Milchdrüsen der

[1]) Vergl. ausser den Arbeiten von Heidenhain, Wittich, Solger u. A. insbesondere A. Kowalewsky, Ein Beitrag zur Kenntniss der Excretionsorgane. Biologisches Centralblatt. Tom. IX, Nr. 2, 3. 1889.

Säugethiere zu betrachten. Die einzelligen und gehäuften Hautdrüsen, welche sich in so grosser Verbreitung bei Insecten finden, gehören grossentheils in die Kategorie der Oel- und Fettdrüsen. Kalk und Pigment absondernde Zellenanhäufungen finden sich vornehmlich in dem Körperintegumente der Weichthiere verbreitet und dienen zum Aufbau der so schön gefärbten und mannigfach geformten Schalen und Gehäuse. Auch zum Nahrungserwerbe können Drüsen und Drüsencomplexe der Haut Beziehung gewinnen (Spinndrüsen der Araneen). Sehr verbreitet sind endlich Schleim-absondernde Hautdrüsen bei Thieren, welche an feuchten Oertlichkeiten (Amphibien, Schnecken) und im Wasser leben (Fische, Anneliden, Medusen).

Animale Organe.

Unter den *animalen Verrichtungen* des Thieres tritt am meisten die Locomotion hervor. Die Thiere führen, zum Zwecke des Nahrungserwerbes und um Angriffen zu entgehen, Bewegungen ihres Körpers aus. Die zur Locomotion verwendete Muskulatur erscheint in der Regel und namentlich bei den einfacheren Formen der Bewegung mit der äusseren Haut innig verwebt und bildet einen Hautmuskelschlauch (Würmer), dessen abwechselnde Verkürzung und Verlängerung den Körper fortbewegt. Auch kann die Muskulatur auf einen Theil der Haut besonders concentrirt sein, wie z. B. an der Subumbrella der Medusen unterhalb des stützenden Gallertschirmes, oder an der Bauchfläche des Körpers einem fussähnlichen Bewegungsorgane seine Entstehung geben (Mollusken), oder in verschiedene sich hintereinander wiederholende Muskelgruppen zerfallen (Anneliden, Arthropoden, Vertebraten). Der letztere Fall bereitet schon eine rasche und vollkommenere Bewegungsart vor, indem sich feste, in der Längsachse aufeinander folgende Abschnitte der Haut oder auch eines inneren erhärteten Gewebsstranges als Segmente oder Ringe sondern, welche durch die Muskelgruppen verschoben werden, denen sie feste Stützpunkte zu einer kräftigen Muskelwirkung darbieten.

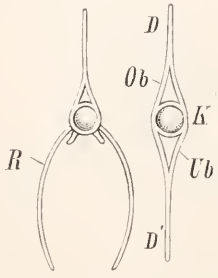
Hiemit ist die Entwicklung von harten Theilen nothwendig geworden, welche als Körpergerüst oder Skelet die Weichtheile stützen, aber auch schützen. Dieselben sind entweder äussere Schalen, Röhren oder sich wiederholende Ringe und meist durch Erhärtung der Körperhaut (*Chitin*) entstanden, oder im Innern des Körpers (*Knorpel, Knochen*) als Wirbel zur Entwicklung gelangt. (Fig. 92, 93.) In beiden Fällen kommt es zu einer Gliederung in der Längsachse des Rumpfes, welche anfangs in einfacheren Fällen der Fortbewegung eine gleichartige homonome ist (Anneliden, Scolopender, Schlangen). Mit fortschreitender Entwicklung überträgt sich allmälig die zur Locomotion erforderliche Muskulatur von der Hauptachse des Leibes auf Nebenachsen desselben und gewinnt auf diesem Wege die Bedingungen zur Ausführung der schwierigeren und vollkommeneren Formen der Fortbewegung. Die festen Theile der Längsachse des Rumpfes verlieren dann ihre ursprüngliche gleichartige Gliederung, verschmelzen theil-

weise miteinander und bilden mehrere aufeinander folgende Regionen von grösserer oder geringerer Beweglichkeit ihrer Theile (Kopf, Hals, Brust, Lendengegend etc.). Im Allgemeinen wird dann das Skelet der Hauptachse in seinen Theilen minder verschiebbar, während ausgreifende Verschiebungen paariger *Extremitäten* oder *Gliedmassen* die Fortbewegung in vollendeterem Grade besorgen. Natürlich besitzen auch die Gliedmassen ihre festen Stützen für die Muskelwirkung als äussere und innere, mit dem *Achsenskelet* mehr oder minder fest verbundene, meist säulenartig verlängerte Hebel.

Fig. 92.

Schema der Wirbelsäule eines Teleostiers mit intervertebralem Wachsthum der Chorda. *Ch* Chorda, *Wk* knöcherner Wirbelkörper, *J* häutiger intervertebraler Abschnitt.

Fig. 93.



Fischwirbel. *K* Körper, *Ob* obere Bögen (Neurapophysen), *Ub* Untere Bögen (Haemapophysen), *D* oberer, *D'* unterer Dornfortsatz, *R* Rippe.

Die *Empfindung*, die wesentlichste Eigenschaft des Thieres, knüpft sich ebenso wie die Bewegung an bestimmte Gewebe und Organe, an das *Nervensystem*. Da, wo sich ein solches noch nicht aus der gemeinsamen contractilen Grundmasse (*Sarcode*) oder aus dem gleichförmig gebliebenen Zellenparenchym des Leibes gesondert hat, werden wir die ersten Anfänge einer dem Organismus zur Wahrnehmung kommenden Reizbarkeit voraussetzen dürfen, die wir kaum als Empfindung bezeichnen können, denn die Empfindung setzt das Bewusstsein von der Einheit des Körpers voraus, welches wir den einfachsten Thieren ohne Nervensystem kaum zuschreiben werden. Mit dem Auftreten von Muskeln kommen auch die Gewebe des Nervensystems und zwar in *Verbindung mit Sinnesepithelien* an der Oberfläche (Polypen, Medusen, Echinodermen) zur Sonderung. In solchen Fällen bewahren Nervenfasern und Ganglienzellen, welche miteinander vermengt liegen, ihre ectodermale Lage und stehen mit *Sinneszellen* im Zusammenhang. Die Auffassung, nach welcher die erste Differenzirung von *Muskel-* und *Nervengewebe* in den sogenannten *Neuromuskelzellen* der Süsswasserpolypen und Medusen gegeben sei, hat sich als völlig unhaltbar erwiesen, vielmehr sind beide, Muskeln und Nerven, von verschiedenen Epithelzellen aus gesondert entstanden. Die Anordnung des Nervensystems lässt sich, wenn wir von der diffusen Vertheilung der Nerven und Ganglienzellen bei den Hydroidpolypen und Actinien absehen, auf drei Grundformen zurückführen: 1. die radiäre der Strahlthiere; 2. die bilaterale der Gliederthiere und Mollusken; 3. die bilaterale der Wirbelthiere.

Im ersteren Falle bilden die Nervengewebe entweder einen exumbralen und subumbralen Ring (mit eingestreuten Ganglienzellen) am Schirmrande, von denen der erstere vornehmlich die Sinnesorgane, der andere die Muskeln der Umbrella durch abgehende Nerven versorgt (*Hydroidmedusen*), oder in den Radien der Sinnesorgane gelegene Zellenanhäufungen, Ganglien, von denen

Nerven zu den Sinnesorganen ausgehen, sowie mit Ganglienzellen verbundene Nervenplexus an der Muskulatur der Subumbrella (*Acalephen*). Oder aber wir beobachten wie bei den Echinodermen, dass sich die Centralorgane in den Radien als sogenannte Ambulacralgehirne wiederholen, welche durch eine um den Schlund verlaufende, auch Ganglienzellen enthaltende Commissur verbunden sind (Fig. 94) und Nerven an die umgebenden Theile abgeben.

Fig. 94.

Schema des Nervensystems eines Seesternes. *N* Nervenring, welcher die fünf ambulacralen Nervenstämme verbindet.

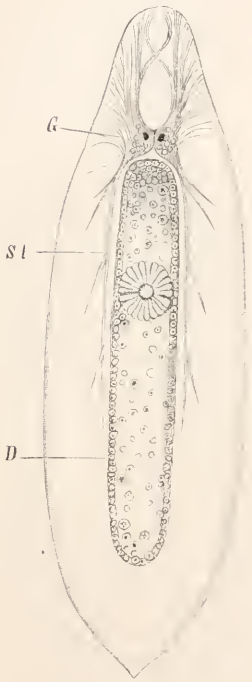
Das bilateral angeordnete Nervensystem besteht im einfachsten Falle aus einer unpaaren oder paarigen Ganglienmasse, welche dem vorderen Körperpole genähert über dem Schlunde liegt und schlechthin als oberes Schlundganglion oder Gehirn bezeichnet wird. Von diesem Centrum strahlen (Platoden) Nerven in seitlich symmetrischer Vertheilung, unter ihnen zwei stärkere bauchständige Seitennerven, aus. (Fig. 95.) Auf einer höheren Stufe tritt ein Nervenring um den Schlund hinzu, die seitlichen Nervenstämme gewinnen an Stärke und nehmen an einzelnen Stellen Gruppen von Ganglienzellen auf (Nemertinen). Bei den Articulaten mit metamerisch gegliedertem Körper vermehrt sich die Zahl der Ganglien, und es kommt zum Gehirn ein *Bauchmark* entweder als Bauchstrang (Gephyreen) oder als homonome (Anneliden), beziehungsweise heteronome (Arthropoden) *Ganglienkette* hinzu. (Fig. 96 und 97.) Auch hier kann wieder eine grössere Concentration der Nervencentra durch Verschmelzung des Gehirnes und Bauchmarkes herbeigeführt werden (zahlreiche Arthropoden), so dass in manchen Fällen nur ein unterer Schlundknoten vorhanden ist. Bei den der Metamerenbildung entbehrenden Mollusken tritt die untere Schlundganglienmasse als Pedalganglion auf, zu welchem noch ein drittes paariges Centrum als Eingeweideganglion hinzukommt. (Fig. 70.)

Bei den Vertebraten ordnen sich die Nervencentra an der Rückenseite der Skeletachse zu dem als *Rückenmark* bekannten Strange an, dessen Gliederung in der gleichmässigen Wiederholung der austretenden Nervenpaare (Spinalnerven) ihren Ausdruck erhält. Der vorderste Theil des von einem Centralcanale durchsetzten Stranges erweitert und differenzirt sich mit Ausnahme von *Amphioxus* zu den complicirten Gangliencentren des Gehirnes. (Fig. 98.)

Als ein verhältnissmässig selbstständiger Theil des Nervensystems sondert sich bei den höheren Thieren (Vertebraten, Arthropoden, Hirudineen etc.) das sogenannte sympathische oder *Eingeweidenervensystem* (*Sympathicus*). Dasselbe bildet Ganglien und Geflechte von Nerven, welche zwar im Zusammenhange mit den Centraltheilen des Nervensystems stehen, aber, vom Willen des Thieres unabhängig, die Organe der Verdauung, Circulation und Respiration, sowie die Geschlechtsorgane innerviren und bei Störung der Empfindungs- und Bewegungscentren ihre Function noch längere oder kürzere Zeit auszuüben

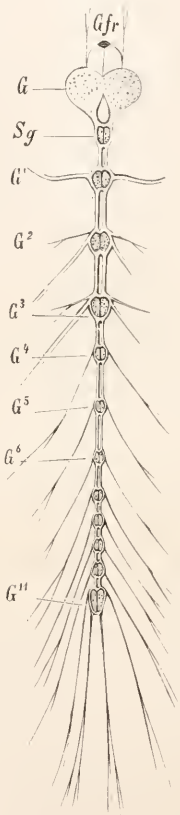
vermögen. Bei den Vertebraten (Fig. 99) besteht das System der Eingeweidenerven aus einer Reihe von Ganglien, welche, zu beiden Seiten der Wirbelsäule gelegen, mit den Spinalnerven und spinalnervenartigen Hirnnerven durch *Rami communicantes* verbunden sind, dann aber auch untereinander durch Nervenzweige zusammenhängen. Die letzteren bilden den sogenannten Grenzstrang des Sympathicus. Die Ganglien selbst, deren Zahl mit jener der aus dem Rücken-

Fig. 95.



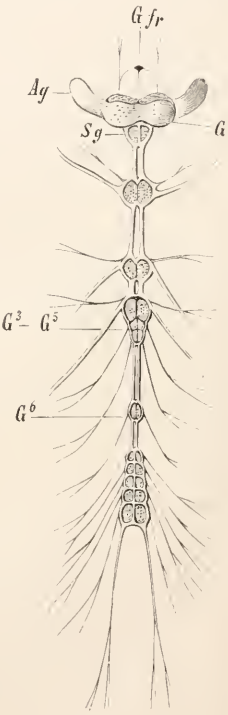
Darm und Nervensystem von *Mesostomum Ehrenbergii*, nach Graff. *G* die beiden Gehirnganglien mit zwei Augenflecken, *St* die beiden seitlichen Nervenstämme, *D* Darm mit Mund und Schlund.

Fig. 96.



Nervensystem der Larve von *Coccinella*, nach Ed. Brandt. *Gfr* Ganglion frontale, *G* Gehirn, *Sg* Suboesophagealganglion, G^1 bis G^{11} die 11 Ganglien der Bauchkette in Brust und Abdomen.

Fig. 97.



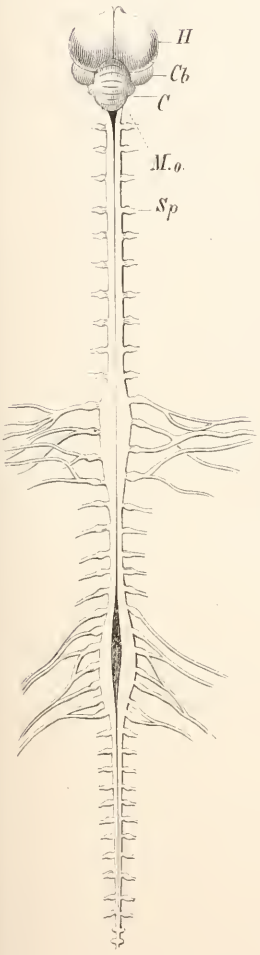
Nervensystem des entwickelten Käfers *(Coccinella)*, nach Ed. Brandt. *Ag* Augenganglion, die übrigen Buchstaben wie in Fig. 96.

mark und Gehirn austretenden Spinalnerven, beziehungsweise spinalnervenartigen Hirnnerven übereinstimmen kann, entsenden Nerven nach den Blutgefässen und Eingeweiden, an denen complicirte Geflechte mit eingeschobenen Ganglien gebildet werden.

Sinnesorgane. Das Nervensystem besitzt noch peripherische Apparate, deren Function es ist, von gewissen Verhältnissen der Aussenwelt Eindrücke zu

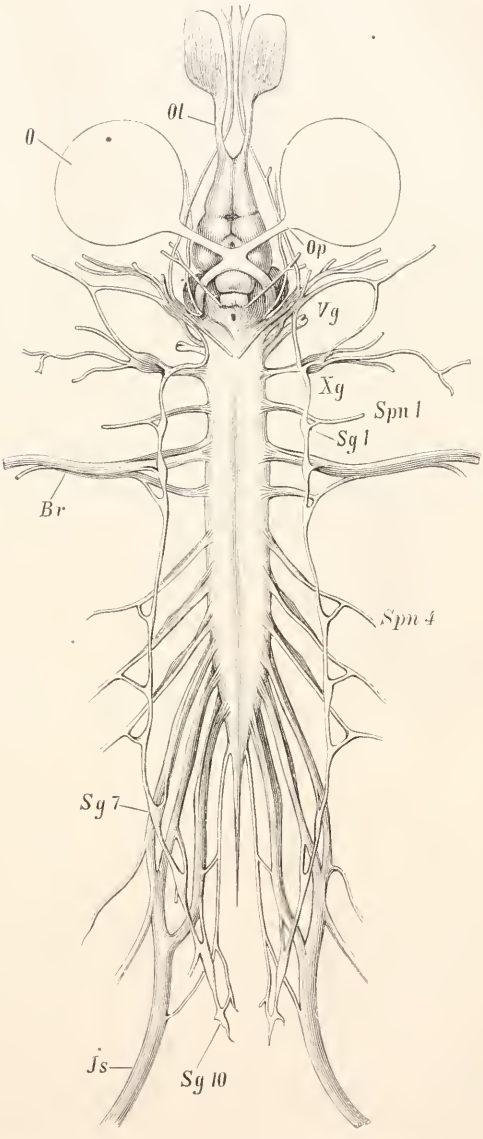
gewinnen und diese in bestimmten Empfindungsformen (Sinnesenergien [1]), Joh. Müll.) zur Perception zu bringen: die *Sinnesorgane*. Gewöhnlich sind es

Fig. 98.



Hirn und Rückenmark einer Taube. *H* Grosshirn, *Cb* Vierhügel, *C* Cerebellum oder Kleinhirn, *Mo* Medulla oblongata, *Sp* Spinalnerven.

Fig. 99.



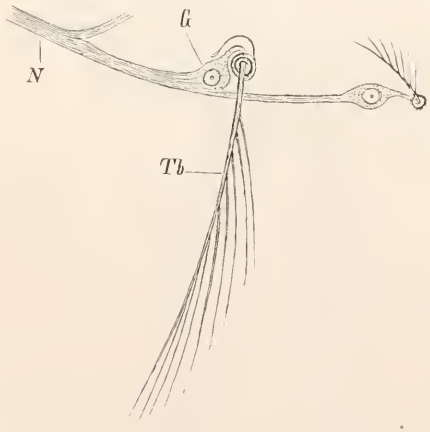
Nervensystem des Frosches, nach Ecker. *Ol* Riechnerv (Olfactorius), *O* Auge, *Op* Sehnerv (Opticus), *Vg* Ganglion Gasseri, *Xg* Ganglion des Vagus, *Spn 1* erster Spinalnerv, *Br* Brachialnerv, *Sg 1* bis *Sg 10* die zehn Ganglien des Grenzstranges des Sympathicus, *Js* Ischiadicus.

eigenthümlich gestaltete Anhäufungen von haar- oder stäbchenförmigen, mit Ganglienzellen durch Fibrillen verbundenen Epithelzellen (birnförmige Haar-

[1]) Im Gegensatze zu dem Qualitätenkreis der Empfindung innerhalb jedes Sinnesorgans (Farben, Töne).

zellen, langgestreckte Stäbchenzellen), durch welche unter dem Einflusse äusserer Einwirkungen eine Bewegung der Nervensubstanz eingeleitet wird, welche, nach dem Centralorgan fortgeleitet, in diesem als specifische Sinnesempfindung zum Bewusstsein gelangt. Auch sind diesen Endzellen häufig Cuticularbildungen angelagert, welche eine Beziehung zur Uebertragung äusserer Bewegungsvorgänge auf die nervöse Substanz haben (Retinastäbchen). Wie der phyletische Ursprung des Nervensystems auf besonders irritable Ectodermzellen hinweist, die bereits ihrer besonderen Beschaffenheit nach an Sinneszellen erinnern und deren in die Tiefe herabgerückte Elemente wahrscheinlich Ganglienzellen werden, so zeigt das terminale Verhalten der Sinnesnerven dieses ursprüngliche Verhältniss kaum verändert. Auch hier das empfindliche Epithel (Neuroepithel) und die mit demselben verbundenen terminalen Ganglienzellen. Die Sinnesempfindungen werden sich ganz allmälig aus dem wohl zuerst im thierischen Organismus zur Geltung gelangenden allgemeinen Gefühlssinn abgehoben haben, indem sensible Nerven im Zusammenhang mit der besonderen Art ihrer Endigung zu sensoriellen oder Sinnesnerven wurden und eine besondere Form der Empfindung veranlassten. Aber erst auf einer höheren Entwicklungsstufe können die Sinnesperceptionen mit denen unseres eigenen Körpers nach der Beschaffenheit der Empfindung verglichen werden. Wir vermögen die Sinnesenergien niederer Thiere nur überaus unbestimmt und nur nach dem unzureichenden Massstabe unserer eigenen Empfindungen zu beurtheilen, und es ist gewiss, dass es auf dem Gebiete des niederen Thierlebens eine Menge von Empfindungsformen gibt, für welche wir in Folge der einseitigen Gestaltung unserer eigenen Sinne kein Verständniss haben.

Fig. 100.

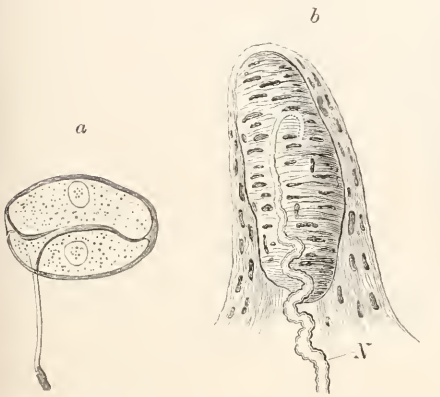


Nerv *(N)* mit Ganglienzellen *(G)* unterhalb der Tastborsten *(Tb)* aus der Haut der Larve von *Corethra plumicornis*.

Tastsinn. Am meisten mag unter den Sinnen der *Tastsinn* verbreitet sein, in welchem wir freilich oft eine Reihe besonderer Empfindungen vereinigt sehen. Derselbe erscheint im Allgemeinen über die gesammte Körperoberfläche verbreitet, sehr häufig aber auf Verlängerungen und Anhängen derselben concentrirt. In diesem Sinne dürften die als *Tentakeln* bezeichneten Anhänge der Coelenteraten und Echinodermen zu deuten sein. Bei den Bilateralthieren mit gesondertem Kopfe sind es contractile oder starre und dann gegliederte Fortsätze des Kopfes, *Antennen* oder *Fühler*, welche sich bei den Würmern als paarige *Cirren* an allen Leibessegmenten wiederholen können, an denen man besondere Nerven und Tastorgane mit ihren Endigungen nachzuweisen vermag; bei den Arthropoden

sind es meist Borsten oder Zapfen, welche als Cuticularanhänge über der gangliösen Endanschwellung eines Tastnerven liegen und den mechanischen Druck von ihrer Spitze nach dem Nerven fortpflanzen. Dieselben finden sich vornehmlich an der Oberfläche der Extremitäten (*Antennen*, *Palpen*), aber auch über die Hautfläche ausgebreitet. (Fig. 100.) Bei den wasserbewohnenden Mollusken, Anneliden und Medusen sind besondere mit Haaren und Fortsätzen versehene Zellen als Tastzellen gedeutet. Bei den Vertebraten rücken aber die als Tastzellen bezeichneten Elemente aus der Oberhaut in die Cutis und deren Papillen, wo sie schon bei den Amphibien sich an den Endverzweigungen eines Nerven häufen (Tastflecken, Frosch). Bei den Säugern, minder ausgeprägt schon bei Reptilien, gestalten sich diese Gebilde in den Cutispapillen zu den Tastkörperchen (Fig. 101 *a* und *b*), die als Sitz eines feinen Tast- und Druckgefühles

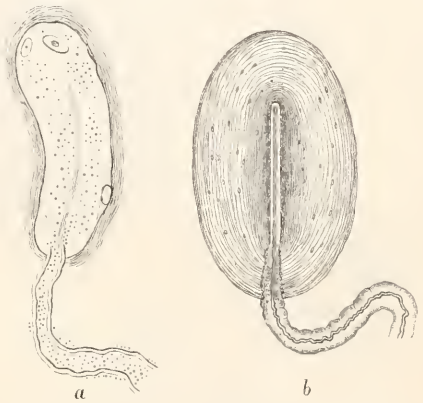
Fig. 101.



Zwillingstastzelle aus der Schnabelspitze der Ente, nach Merkel.

Tastpapille aus der Volarfläche des Menschen mit dem Tastkörperchen und dessen Nerven (*N*).

Fig. 102.



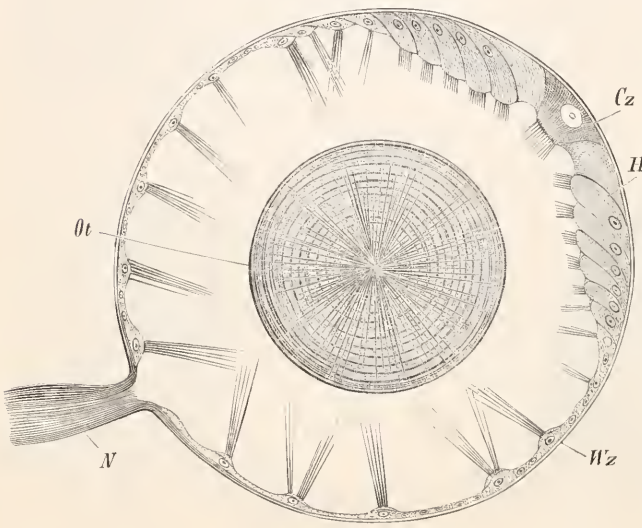
a Endkolben aus der Conjunctiva bulbi des Elephanten, nach W. Krause; *b* Vater-Pacini'sche Körperchen aus dem Mesenterium der Katze, nach Ecker.

gelten und an den Extremitätenenden der Primaten in reichster Menge auftreten. Von den Tastkörperchen verschieden sind die bei Vertebraten verbreiteten *Endkolben* und die durch ihre geschichteten Kapselwandungen ausgezeichneten Pacini'schen Körperchen, in deren Mitte der Achsencylinder endet. (Fig. 102 *a* und *b*.) Ausser dem Allgemeingefühle und der Tastempfindung tritt bei den höheren Thieren das Unterscheidungsvermögen der Temperatur als besondere Form der Empfindung hinzu.

Gehörsinn. Von dem Tastvermögen hebt sich gewissermassen als speciale Modification desselben die *Schallperception* ab, vermittelt durch das *Gehörorgan*. Dasselbe erscheint in seiner einfachsten Form als eine geschlossene, mit Flüssigkeit (*Endolymphe*) und einem oder zahlreichen kalkigen Concrementen (*Otolithen*) erfüllte Blase, an deren Wandung die Fibrillen des Nerven mit Stäbchen- oder Haarzellen enden. Bald liegt die Blase einem Ganglion des Nervencentrums

(Würmer) an, bald liegt sie am Ende eines kürzeren oder längeren Nerven, des Hörnerven oder Acusticus (Mollusken, Decapoden). Bei vielen im Wasser lebenden Thieren kann auch die Blase geöffnet sein und ihr Inhalt mit dem äusseren Medium direct communiciren, in welchem Falle die Otolithen durch kleine, von aussen eingetretene Körper, insbesondere Sandpartikelchen repräsentirt sein können (Decapoden). Während bei den Weichthieren ein zartes Sinnesepithel an der Innenwand der Blase die percipirende Stelle (*Macula acustica*) bezeichnet (Fig. 103), enden bei den Crustaceen die Fasern der Gehörnerven an cuticularen Stäbchen und Haaren, welche der Wandung der Blase aufsitzen und den Riechhaaren der Antennen vergleichbar, die Nervenerregung einleiten. Auch bei den Medusen (*Vesiculaten*) finden sich Gehörbläschen als eine besondere Form der sogenannten Randkörper, häufig nicht geschlossen oder gar durch einen Zapfen vertreten.

Fig. 103.



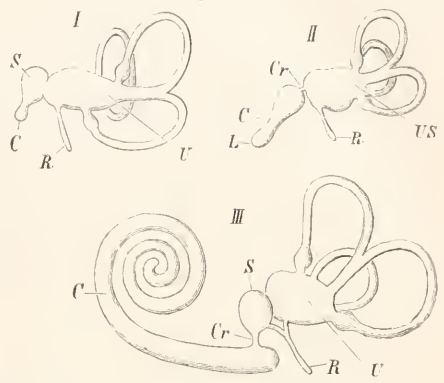
Gehörblase eines Heteropoden *(Pterotrachea)*. *N* Acusticus, *Ot* Otolith im Innern der mit Flüssigkeit erfüllten Blase, *Wz* Wimperzellen an der Innenfläche der Blasenwand, *Hz* Hörzellen, *Cz* Centralzelle.

Bei den Vertebraten gewinnt nicht nur die Gehörblase eine complicirtere Gestaltung (häutiges Labyrinth), sondern es treten auch schallleitende und schallverstärkende Einrichtungen hinzu. (Fig. 104.) Am häutigen Labyrinthe sondert sich die Blase in den Utriculus und Sacculus, jener mit den drei halbkreisförmigen Canälen oder Bogengängen und Ampullen, dieser mit dem Schneckengang (Ductus cochlearis), der bei den Säugethieren schneckenartig gewunden ist und in seiner Wand die Endapparate (Corti'sches Organ) enthält. Anders gestaltet sich die Form der *tympanalen*, als Gehörorgane betrachteten Sinnesorgane mancher Insecten, da hier eine mit Flüssigkeit nebst Hörsteinen gefüllte Blase fehlt, dagegen tympanale Lufträume für die Einwirkung der Schallwellen auf die mit glänzenden Stiften versehenen Nervenenden in Verwendung kommen. Dem durch eine Tracheenblase hergestellten Luftraume liegt eine dünne gespannte Hautplatte an, die vielleicht nach Art des Trommelfelles in Schwingungen versetzt wird. Bei den *Acridiern* findet sich der tympanale Sinnesapparat jederseits am Metathorax, bei den *Locustiden* und *Grylliden* in den Schienen des vorderen Beinpaares und ein ähnliches, wenngleich stark

reducirtes Organ wurde an gleicher Stelle bei Ameisen, einigen Pseudoneuropteren (*Isopteryx*, *Termes*) nachgewiesen. (Fig. 105.)

Die *Sehorgane* oder *Augen* [1]) sind neben den Tastwerkzeugen am allgemeinsten, und zwar in allen möglichen Abstufungen der Vollkommenheit verbreitet. Im einfachsten Falle befähigen sie vielleicht kaum zur Unterscheidung von Hell und Dunkel, also der Lichtempfindung überhaupt, sondern sind nur für die Wärmestrahlen empfänglich. Sie bestehen aus dem empfindlichen Protoplasma, beziehungsweise der Nervensubstanz, sowie aus derselben eingelagerten Pigmentkörnchen und werden in solcher Form als *Augenflecken* bezeichnet. Dass Pigment zu der Empfindung von Licht nothwendig ist, vermag man um so weniger einzusehen, als viele complicirt gebaute Augen des Pigmentes entbehren können. Die Vorstellung aber, nach welcher das Pigment selbst lichtempfindlich sei, das heisst durch die Lichtstrahlen chemisch verändert werde und den durch diese Bewegungen erzeugten Reiz auf das Protoplasma oder die anliegende Nervensubstanz übertrage, ist, so wenig dieselbe an sich widerlegt werden kann, für die Empfindung von Licht im Gegensatze zu den durch Wärmestrahlen erzeugten Veränderungen keineswegs Voraussetzung.

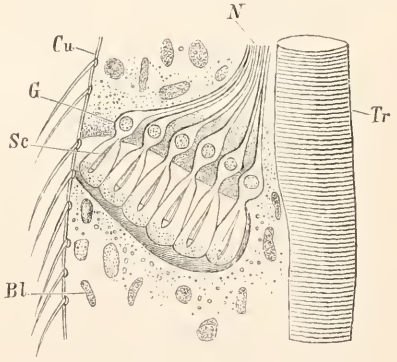
Fig. 104.



Schematische Darstellung des Gehörlabyrinthes *I* des Fisches, *II* des Vogels, *III* des Säugethieres, nach Waldeyer. *U* Utriculus mit den drei Bogengängen, *S* Sacculus, *US* Alveus communis (Utriculus und Sacculus), *C* Cochlea (Schnecke), *Cr* Canalis reuniens, *L* Lagena, *R* Aquaeductus vestibuli.

Von grösserer Bedeutung erscheint die besondere Beschaffenheit der Nervenendigung, durch welche gewisse, in regelmässigen Wellen fortschreitende Bewegungen, die sogenannten Aetherschwingungen, auf die Nervenfasern übertragen, zu einem Reize werden, welcher nach dem Centralorgan fortgeleitet, von diesem als Licht percipirt wird. Ueberall, wo bei niederen Thieren specifische Nervenendigungen nicht nachgewiesen werden können, handelt es sich wahrscheinlich erst um eine Vorstufe von Augen, welche durch pigmentirte, viel-

Fig. 105.



Sinnesorgan aus dem Schienbein von *Anisopteryx*, nach V. Graber. *Tr* Tracheenstamm, *N* Sinnesnerv, *G* Ganglienzellen, *Sc* Endanschwellungen derselben mit der stabartigen Einlagerung, *Cu* Cuticula, *Bl* Blutzellen.

[1]) Vergl. R. Leuckart, Organologie des Auges. Graefe und Sämisch, Handbuch der Ophthalmologie, Bd. II.

leicht nur für Wärmeabstufungen empfindliche Hautnerven hergestellt wird. Wenn auch die Empfindung von Licht das Werk des Nervencentrums ist, so erscheinen doch die Stäbchen und Zapfen am Ende der Sehnervenfasern als die Elemente, welche die von aussen einwirkenden Aetherschwingungen in einen der Lichtempfindung adäquaten Reiz für die Sehnervenfasern verwandeln.

Zur Perception eines *Bildes* sind aber auch lichtbrechende Apparate vor der Endausbreitung (*Retina*) des Sehnerven (*Nervus opticus*) nothwendig, und es müssen ferner die Elemente [1]) des letzteren hinreichend isolirt sein, um den ihnen übertragenen Reiz als gesonderte Bewegung zum Nervencentrum fortleiten zu können. An Stelle der allgemeinen Lichtempfindung tritt dann eine Summe von Einzelperceptionen, welche nach Lage und Besonderheit den Theilen der erregenden Quelle entsprechen und zur Entstehung eines Bildes führen. Zur Brechung des Lichtes dient die gewölbte und oft linsenartig verdickte Körperbedeckung (*Cornea, Cornealinse*), durch welche die Strahlen in das Auge einfallen, ferner hinter der Cornea liegende Körper (*Glaskörper, Linse, Krystallkegel*). Durch die lichtbrechenden Medien werden die von den einzelnen Punkten der Lichtquellen nach allen Richtungen sich verbreitenden Strahlenkegel mittelst Refraction, beziehungsweise Isolirung der senkrecht auffallenden Strahlen (*Facettenauge*) wieder in entsprechenden Punkten auf der Retina, der Endausbreitung des Sehnerven, gesammelt, welche aus den stäbchenförmigen Endzellen der Nerven in Verbindung mit mehr oder minder complicirten gangliösen Bildungen besteht.

Zur Absorption überflüssiger, sowie der Perception des Bildes nachtheiliger Lichtstrahlen erscheint das Augenpigment von Bedeutung. Dasselbe breitet sich theils in der Umgebung der Retina als *Chorioidea*, eventuell zugleich im Umkreise der einzelnen Retinaelemente, theils vor der Linse als quergestellter, von einer verengerungs- und erweiterungsfähigen Oeffnung (*Pupille*) durchbrochener Vorhang (*Iris*) aus. Auf einer höheren Entwicklungsstufe wird in der Regel das gesammte Auge von einer harten, bindegewebigen Haut (*Sclerotica*) umschlossen und hiermit als selbstständiger Augenbulbus abgegrenzt.

Die Einrichtungen, durch welche die von den einzelnen Punkten eines Objectes ausgehenden Lichtstrahlen in regelmässiger Ordnung auf entsprechende

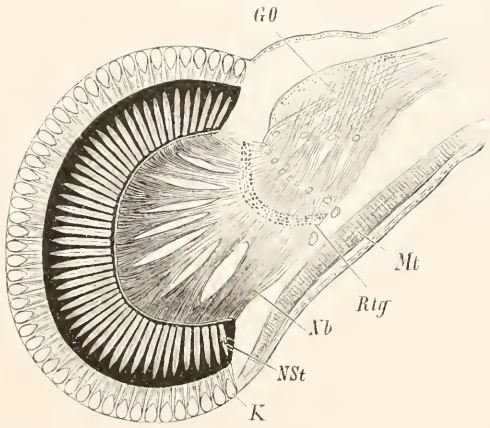
---

[1]) Man hat in neuerer Zeit nach Entdeckung des Sehpurpurs an den Aussengliedern der Nervenstäbchen den Erregungsvorgang des Sehens am Nervenapparat auf einen photochemischen Process der Retina zurückführen wollen. Die Thatsache, dass durch Einwirkung des Lichtes das diffuse Pigment der Stäbchenschichte gebleicht wird, ist vom höchsten Interesse, beweist aber um so weniger eine directe Betheiligung des Sehpurpurs beim Sehvorgang, als derselbe an den Stellen des Auges, wo allein ein scharfes Bild zu Stande kommt, der Macula lutea, und überhaupt an den Aussengliedern der Zapfen fehlt. Ausser den älteren Angaben von Krohn, H. Müller, M. Schultze, vergl.: Boll, Sitzungsberichte der Akad. Berlin 1876 und 1877, ferner Ewald und Kühne.

Punkte des Sehnerven wirken und somit die Fähigkeit der Perception eines Bildes ermöglichen, sind verschieden, und steht mit denselben der gesammte Bau des Auges in innigem Zusammenhange. Von den einfachsten Augen, wie sie bei Würmern und niederen Krebsen auftreten, abgesehen, unterscheiden wir zwei Augenformen.

1. Die erste Form kommt in dem zusammengesetzten Auge (*Facettenauge*) der Arthropoden (Krebse und Insecten) zum Ausdruck und führt zu dem

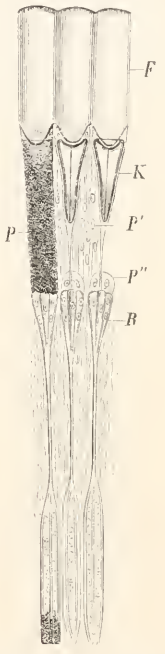
Fig. 106.



Auge von *Branchipus*. *Mt* Augenmuskel, *GO* Ganglion opticum, *Rtg* Retinaganglion, *Nb* Nervenbündel, *NSt* Nervenstäbe, *K* Krystallkegel.

sogenannten musivischen Sehen (Joh. Müller). (Fig. 106 und 107.) Hier sind es grosse und zusammengesetzte Nervenstäbe (Retinulae), welche im Innern des Auges eine halbkugelig nach aussen vorgewölbte Retina bilden.

Fig. 107.



Drei Facetten nebst Retinulae aus dem zusammengesetzten Auge des Maikäfers, nach Grenacher, zwei derselben nach Auflösung des Pigments. *F* Corneafacette, *K* Krystallkegel, *P* Pigmentscheide, *P'* Hauptpigmentzellen, *P''* Pigmentzellen zweiter Ordnung, *R* Retinulae.

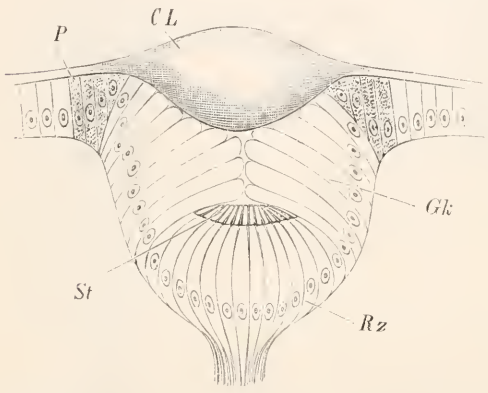
Von jeder meist aus fünf oder sieben Endzellen gebildeten Retinula, in deren Achse das cuticulare *Rhabdom* verläuft, liegt eine stark lichtbrechende kegelförmige Linse, der *Krystallkegel*, und vor dieser eine linsenförmige Facette der Cuticularbekleidung, welche Anlass zu der Bezeichnung *Facettenauge* [1]) gab. Indessen können diese oberflächlichen Felder auch fehlen und die Cuticula eine gleichmässige helle Ueberkleidung des Auges darstellen. Im einfachsten Falle lagert sich das die Lichtperception jeder Retinula isolirende Pigment in der Peripherie der Nervenzellen selbst ab (*Branchipus*), in der Regel wird dasselbe jedoch in besonderen Zellen erzeugt, welche in bestimmten Zonen die Krystallkegel und Nervenstäbe scheidenartig umlagern. Im Grunde des Auges gehen die Stabzellen der Retinula in die Nervenbündel-

[1]) Siehe Joh. Müller, Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes, Leipzig, 1826. H. Grenacher, Untersuchungen über das Sehorgan der Arthropoden. Göttingen, 1879.

schicht der Retina über, welche ausser jener noch aus einer Ganglienzellenschicht und einer Marklage sehr feiner Nervenfasern besteht. (Fig. 106 *RG.*)

Die Umgrenzung des Auges ist eine feste chitinige Hülle, die in der Verlängerung der Scheide des eintretenden Sehnerven die Weichtheile des Auges umgibt und bis zur Cornea reicht. Was man als Sehnerven bezeichnet, entspricht zum guten Theil bereits der Retina selbst, welche eine Ganglienzellenschicht und eine Lage von Nervenbündeln enthält. Wenn nun auch hinter jeder gewölbten Corneafacette ein umgekehrtes, verkleinertes (weit von der erregbaren Stelle des Nervenstabes liegendes) Bildchen des zu sehenden Objectes entworfen wird (Gottsche), so kann doch nur der senkrecht auffallende, durch Refraction verstärkte Achsenstrahl desselben zur Perception gelangen, da alle übrigen Seitenstrahlen vom Pigmente absorbirt werden. Demnach liegen die von den Achsenstrahlen veranlassten Lichteindrücke, deren Menge der Zahl der einzelnen Nervenstäbe entspricht, mosaikartig, die Anordnung der lichtentsendenden Punkte des äusseren Gegenstandes wiederholend, auf der Retina. Das hier entworfene Bild ist aufrecht, hat aber eine nur geringe Lichtstärke und Specification.

Fig. 108.



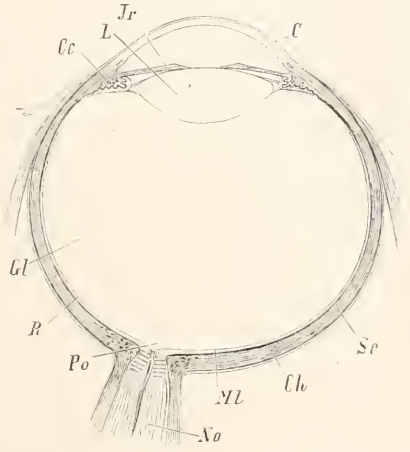
Durchschnitt durch das Punktauge einer Käferlarve, nach Grenacher. *CL* Cornealinse, *Gk* die unterliegenden Hypodermiszellen, von den Autoren als Glaskörper bezeichnet, *P* Pigment der peripherischen Zone derselben, *Rz* Retinazellen, *St* cuticulare Stäbchen derselben.

2. Die zweite weitverbreitete Augenform (das unicorneale Auge der Anneliden, Insecten und Arachnoiden, Mollusken, Vertebraten) entspricht einer kugeligen Camera obscura mit Sammellinse (*Cornea*, *Linse*) an der freien, zum Einfallen des Lichtes dienenden Vorderwand und meist noch mit weiteren, den Augenraum füllenden dioptrischen Medien (Glaskörper). Das auf der Nervenausbreitung entworfene Bild ist ein umgekehrtes.

Das hieher gehörige Punktauge der Insecten, Arachnoiden und Scorpione erscheint als einfache Umbildung des Integumentabschnittes entstanden, unter welchem die Endapparate des Sehnerven ihre Lage finden. (Fig. 108.) Die cuticulare Bedeckung ragt linsenförmig verdickt in die unterliegende Schicht der hellen, stark verlängerten Hypodermiszellen hinein, auf welche die stabförmig gestreckten Nervenzellen (mit lichtbrechendem Cuticularstab), zu einer knospenförmigen Retina zusammengedrängt, folgen. Die den Linsenrand umgebenden Hypodermiszellen sind mit Pigment erfüllt und bilden irisartig einen dunklen Ring, durch dessen Oeffnung die Lichtstrahlen in das Auge einfallen, um die Endglieder der Retinazellen zu treffen. Bei den höher entwickelten Formen dieses Augentypus, insbesondere dem *Vertebratenauge*, breitet sich der Endtheil des

Sehnerven als becherförmige Nervenhaut (*Retina*) an der Hinterwand der mit lichtbrechenden Medien gefüllten Halbkugel aus, umgeben von einer gefässführenden Pigmenthaut, der *Chorioidea*. Diese wird wiederum von einem fibrösen bindegewebigen Gerüst, der harten Augenhaut oder *Sclerotica*, umgeben,

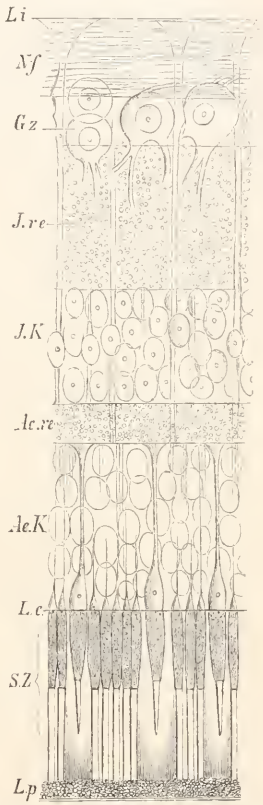
Fig. 109.



Durchschnitt des menschlichen Augapfels, nach Arlt. *C* Cornea, *L* Krystalllinse, *Jr* Iris mit der Pupille. *Cc* Corpus ciliare, *Gl* Glaskörper, *R* Retina, *Sc* Sclerotica, *Ch* Chorioidea, *Ml* Macula lutea, *Po* Papilla optica, *No* Sehnerv.

welche sich an ihrem vorderen, das Licht aufnehmenden Abschnitt zu einer dünneren, glashellen Haut, der Hornhaut oder *Cornea*, umgestaltet. Von den lichtbrechenden Medien, welche hinter der Cornea folgen und das Innere des Bulbus erfüllen, wässerige Flüssigkeit (Humor aqueus), Linse und Glaskörper (Corpus vitreum), wirkt die Linse für die Brechung des Lichtes am stärksten. Eingefalzt in der verdickten und muskulösen Vorderwand der Chorioidea (Corpus ciliare mit den Processus ciliaris), wird sie in der Peripherie ihrer Vorderfläche noch von einer Fortsetzung der Chorioidea, der Regenbogenhaut oder Iris überdeckt, welche als ringförmiger contractiler Saum eine Art Diaphragma (für das einfallende Licht) mit verengerungsfähiger Oeffnung (Sehloch oder Pupille) bildet. (Fig. 109.) Die becherförmig im Augengrunde ausgebreitete Retina zeigt eine höchst complicirte Structur und überaus regelmässige Schichtung, die bei allen Vertebraten im Wesentlichen dieselbe bleibt. (Fig. 110.) Die innere, an den Glaskörper und deren Membran (Limitans interna) angrenzende Schicht besteht aus den Nervenfasern, in welche der Opticus ausstrahlt, dann folgt die Ganglienzellenschicht, die innere reticuläre, die innere Körnerschicht, die äussere

Fig. 110.



Schematischer Durchschnitt der Retina, nach M. Schultze, mit Modificationen nach Schwalbe. *Li* Limitans interna, *Nf* Nervenfasern, *Gz* Ganglienzellen, *J.re* innere reticuläre Schicht, *J.K* innere Körnerschicht, *Ac.re* äussere reticuläre Schicht, *Ac.K* äussere Körnerschicht, *L.e* Limitans externa, *S.Z* Stäbchen-Zapfen-Schicht, *Lp* Lamina pigmenti.

reticuläre, dann die äussere Körnerschicht, endlich die von jener durch die Limitans externa abgegrenzte Schicht von Stäbchen und Zapfen, welche somit nach aussen gewendet sind (mit dem Pigmentepithel, Lamina pigmenti). Das *umgekehrte* Bild, welches im Hintergrund des Vertebratenauges auf der Retina entworfen wird, hat eine bedeutende Lichtstärke und Specification.

Ueberraschend erscheint die Uebereinstimmung, welche das Auge des Cephalopoden mit dem der Wirbelthiere zeigt. Indessen hat die Stäbchenschicht der Retina die umgekehrte Lage, indem sie nach innen dem Glaskörper zugewendet ist. Als vereinfachte Modification dieses Augentypus kann das Auge von *Nautilus* betrachtet werden, an welchem die Sammellinse fehlt, und das Licht durch eine kleine Oeffnung einfällt. An der die Retina enthaltenden Hinterwand entsteht somit auch ein umgekehrtes, aber lichtschwaches Bild.

Soll das Auge nach verschiedenen Richtungen und aus verschiedener Entfernung deutlich zu sehen im Stande sein, so erscheint ein besonderer Bewegungsapparat, sowie ein Accommodationsmechanismus nothwendig, welcher das Verhältniss der brechenden Medien zur Retina verändert. Der Bewegungsapparat ist durch Muskeln hergestellt, welche den Augenbulbus bewegen und die Sehrichtung nach dem Willen des Thieres modificiren können. Bei vielen Facettenaugen (Decapoden) wird der gesammte Seitenabschnitt des Kopfes, welchem das Facettenauge angehört, stielförmig vom Mittelabschnitte des Kopfes erhoben, als Stielauge beweglich. Am Auge der Vertebraten kommen noch besondere äussere Schutzeinrichtungen (Augenlider, Thränendrüse) hinzu.

Die bei Fischen und Schizopoden (*Euphausia*) früher als Nebenaugen betrachteten Organe haben sich als Leuchtorgane erwiesen, die besonders beim Leben in der Tiefe der See eine grössere Bedeutung zu haben scheinen.

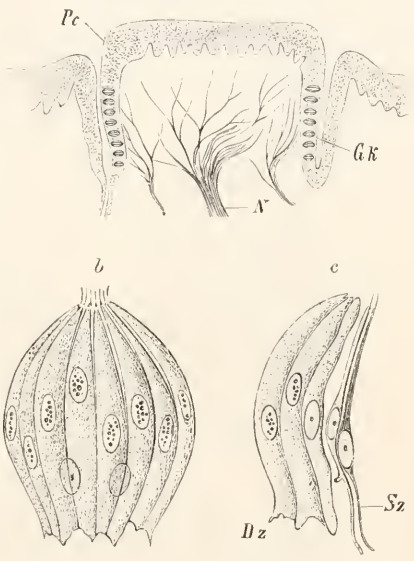
Lage und Zahl der Augen variiren namentlich bei den niederen Thieren ausserordentlich. Die paarige Anordnung derselben am Kopfe erscheint bei den höheren Thieren im Allgemeinen als Regel: indessen können auch an peripherischen Körpertheilen Sehorgane vorkommen, wie z. B. bei *Pecten*, *Spondylus* am Mantelrande und bei gewissen Anneliden an den Tentakeln. Bei den Radiärthieren wiederholen sich die Augen in der Peripherie des Körpers nach der Zahl der Radien. Bei den Seesternen liegen sie am äussersten Ende der Ambulacralrinne an der Spitze der Arme, bei den Acalephen als Randkörper am Scheibenrande.

Auch das Unterscheidungsvermögen der Farben ist vielen Thieren zuzuschreiben. Die *Daphniden* zeigen für die gelbgrüne Zone des Sonnenspectrums eine solche Vorliebe, dass sie sich in derselben in grosser Menge anhäufen. Die Bienen geben der blauen Farbe, die Ameisen der rothen den Vorzug und besitzen, wie zahlreiche andere Thiere, für das uns unsichtbare Ultraviolett Wahrnehmungsvermögen. Indessen spricht sich oft bei Thieren in der Wahl der Farbe auch zugleich die Vorliebe für bestimmte Helligkeitsgrade aus [1]).

[1]) J. Lubbock, Ameisen, Bienen und Wespen. Beobachtungen über die Lebensweise der geselligen Hymenopteren. Leipzig, 1883. V. Graber, Grundlinien zur Erforschung des Helligkeits- und Farbensinnes der Thiere. Prag, 1884.

Minder verbreitet scheint der *Geruchssinn* zu sein, welcher die Qualität gasförmiger Stoffe prüft und in besonderen Formen der Empfindung als „Geruch" zum Bewusstsein bringt. Dieser Sinn dürfte sich freilich bei vielen wasserbewohnenden Thieren nicht scharf vom Geschmack abgrenzen lassen. Als Geruchsorgane der einfachsten Form betrachtet man bewimperte, mit Nerven in Verbindung stehende Gruben (Medusen, Heteropoden, Cephalopoden), deren epitheliale Bekleidung von härchentragenden Sinneszellen gebildet wird. Indessen dürften auch zerstreut stehende Haarzellen (Muschelthiere) die gleiche Empfindung vermitteln. Bei den *Arthropoden* werden blasse Cuticularanhänge der Antennen, an welchen Nerven mit Ganglienzellen enden, als Spür- oder Riechfäden gedeutet. Bei den Wirbelthieren ist es eine meist paarige Grube oder Höhlung am Kopfe (Nasenhöhle), deren Wandung die Enden des Geruchsnerven (*Nervus olfactorius*) in sich birgt. Die luftathmenden Wirbelthiere zeichnen sich durch die Communication dieser Höhlung mit der Rachenhöhle, sowie durch die Flächenvergrösserung ihrer vielfach gefalteten und durch Knochenlamellen (Muscheln) gestützten Schleimhaut aus, auf welcher die Enden der Nervenfasern (aber nur in einer beschränkten Region, regio olfactoria) zwischen den Epithelialzellen in zarte stäbchen- oder härchentragende Fadenzellen eintreten. (Fig. 51.)

Fig. 111 *a*.



a Durchschnitt durch eine Papilla circumvallata des Kalbes, nach Th. W. Engelmann. *N* eintretender Nerv, *GK* Geschmacksknospen in der Seitenwand der Papille *Pc*. — *b* isolirte Geschmacksknospe aus dem seitlichen Geschmacksorgan des Kaninchens. — *c* isolirte Stütz- oder Deckzellen *Dz* und Sinneszellen *Sz* derselben.

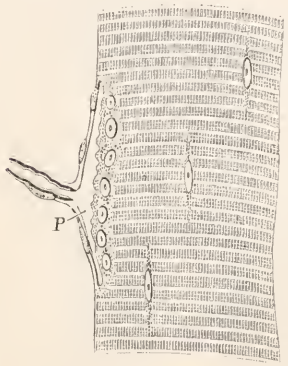
Eine besondere Empfindung der Mund- und Rachenhöhle ist der *Geschmack*, welcher dem an höheren Organismen gewonnenen Begriffe nach die Beschaffenheit meist in flüssiger Form befindlicher Substanzen prüft und als besondere Empfindung percipirt. Derselbe ist mit Sicherheit bei den Vertebraten nachweisbar und knüpft sich an die Ausbreitung eines besonderen Geschmacksnerven (*Nervus glossopharyngeus*), welcher beim Menschen die Spitze, Ränder und Wurzel der Zunge, aber auch Theile des weichen Gaumens versorgt und zur Geschmacksempfindung tauglich macht. Als percipirende Theile werden die centralen Fadenzellen der an besonderen Papillen (*Papillae circumvallatae*) gelegenen becherförmigen Organe (Geschmacksknospen) gedeutet. (Fig. 111 *a*, *b*, *c*.) Dieselben sind bei Amphibien und Reptilien auf die Mundhöhle beschränkt, und finden sich bei den Fischen auch an den Lippen, Barteln und Schuppentaschen. Der Geschmack verbindet sich in der Regel mit Tast- und Temperatur-

empfindungen der Mundhöhle, sowie mit Geruchseindrücken. Derselbe scheint auch im Kreise der Weichthiere durch specifische Sinnesepithelien am Eingange der Mundhöhle, sowie bei den Insecten durch modificirte nervenhaltige Cuticularborsten an Maxillen und Zunge vermittelt, die zum Theil (Honigbiene) unrichtiger Weise als Geruchsorgane gedeutet wurden.

Bei niederen Thieren sind Geschmacks- und Geruchsorgane noch weniger scharf als bei höheren zu scheiden, und es gibt gewisse Uebergangssinne, welche die Qualität des äusseren, den Körper umgebenden Mediums zu prüfen haben.

Am bekanntesten sind die in den Seitencanälen (sogenannten *Seitenlinien*) der Fische zerstreuten Nervenhügel, welche auch bei den geschwänzten Amphibien als freie Vorsprünge an der äussern Haut wiederkehren (Salamanderlarven) und sich vornehmlich dadurch von den Geschmacksknospen unterscheiden, dass ihre Centralzellen nicht fadenförmig gestreckt, sondern kegelförmig sind. Aehnliche Organe treten auch in der Haut der Hirudineen und Chaetopoden auf und werden mit jenen als Organe eines sechsten Sinnes zusammengefasst, von denen man annehmen kann, dass sie gewisse auf die Qualität des Wassers bezügliche Empfindungen vermitteln.

Fig. 112.



Muskelprimitivbündel von *Lacerta* mit Nervenendigung. *P* Nervenendplatte. (Nach Kühne.)

Auch die centrifugal leitenden Nerven zeigen eigenthümliche Endigungen, mittelst welcher die Nervenbewegung auf das peripherische Organ übertragen wird. Unter denselben sind Nervenendigungen an den quergestreiften Muskelfasern am längsten bekannt und zuerst bei den Tardigraden (Doyère) entdeckt worden. In der Regel schwillt der Nerv zu einer hügelförmigen Erhebung an, welche im Umkreis des Achsencylinders eine körnige, von Kernen durchsetzte Masse enthält, oder endet als sogenannte „motorische Endplatte" verästelt. (Fig. 112.)

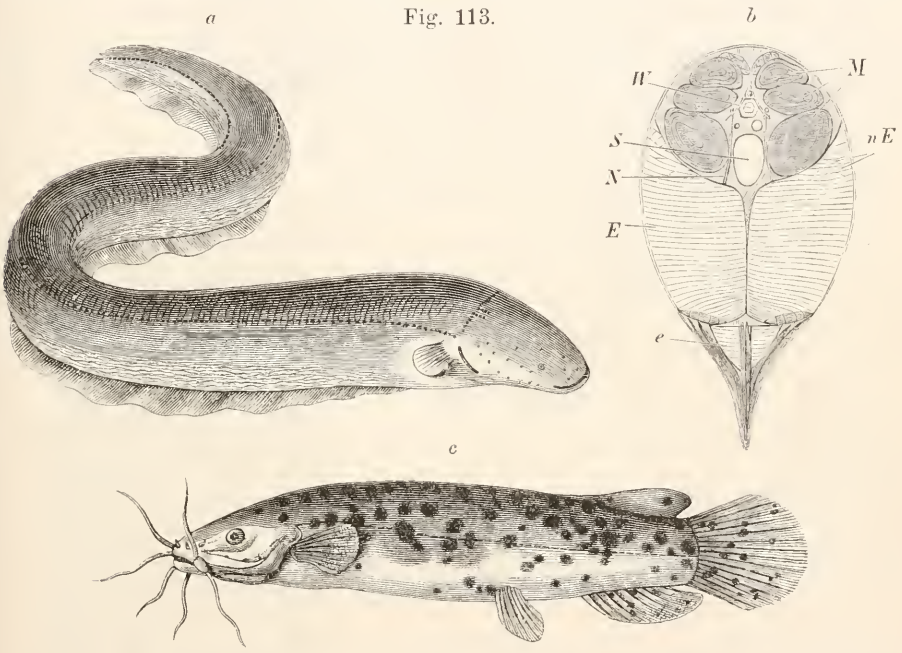
Diesen Endplatten schliessen sich die Nervenendigungen in den *elektrischen Organen*[1]) um so enger an, als die letzteren auf umgewandelte Muskelsubstanz zurückgeführt werden konnten (Babuchin). Es sind nur wenige Fische, welche functionsfähige elektrische Organe besitzen und mit denselben Schläge zu ertheilen vermögen, in erster Linie der Zitteraal, *Gymnotus electricus* (Fig. 113 *a*, *b*), aus dem Flussgebiete des Orinoco, demselben an elektrischer Kraft nach-

[1]) F. Pacini, Sulla struttura intima dell' Organo elettrico del Gimnoto et di altri Pesci elettrici. Archives des sciences phys. et anat., 1853. Max Schultze, Zur Kenntniss der elektrischen Organe. Halle, 1858 und 1859. Babuchin, Uebersicht der neueren Untersuchungen über Entwicklung, Bau und physiologische Verhältnisse der elektrischen und pseudo-elektrischen Organe. Archiv für Anatomie und Physiologie, 1876. C. Sachs, Untersuchungen am Zitteraal, *Gymnotus electricus*. Nach seinem Tode bearbeitet von E. du Bois-Reymond, Leipzig, 1881, mit zwei Abhandlungen von Gustav Fritsch.

stehend der mediterrane Zitterrochen, *Torpedo marmorata*, und der afrikanische Zitterwels, *Malapterurus electricus*. (Fig. 113 *c*.) Indessen wurden ähnlich gebaute Organe, freilich ohne *bemerkenswerthe Elektricitätsentwicklung*, auch bei *Mormyrus* und *Gymnarchus*, sowie in weiter Verbreitung am Schwanze der Rochen gefunden und unrichtigerweise als pseudo-elektrische Organe bezeichnet.

Ihrer Lage nach zeigen die elektrischen Organe beträchtliche Abweichungen, indem sich dieselben beim Zitterrochen rechts und links zwischen Kiemen und Propterygium ausbreiten (Fig. 114), beim Zitteraal als oberes und unteres Paar der Länge nach an den Seiten des mächtigen Schwanzes erstrecken (Fig. 112 *b*) und beim Zitterwels zwischen Muskeln und Haut eine mehr oberflächliche Lage einnehmen. Dagegen stimmen dieselben im feineren Baue

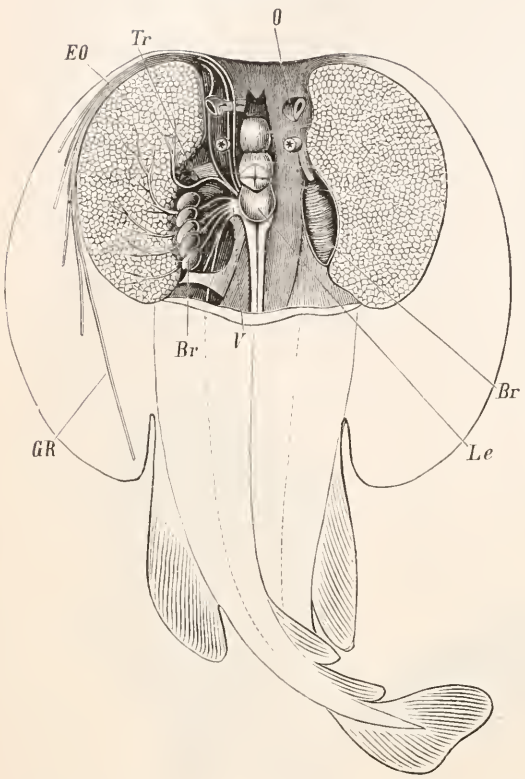
Fig. 113.



a Gymnotus electricus, nach Sachs. — *b* Querschnitt durch den Schwanz von *Gymnotus*. *E* oberes, *e* unteres elektrisches Organ, *nE* Sachs'sches Säulenbündel, *M* Rumpfmuskel, *W* Wirbel, *S* Schwimmblase, *N* elektrischer Nerv. — *c Malapterurus electricus* nach Cuvier und Valenciennes.

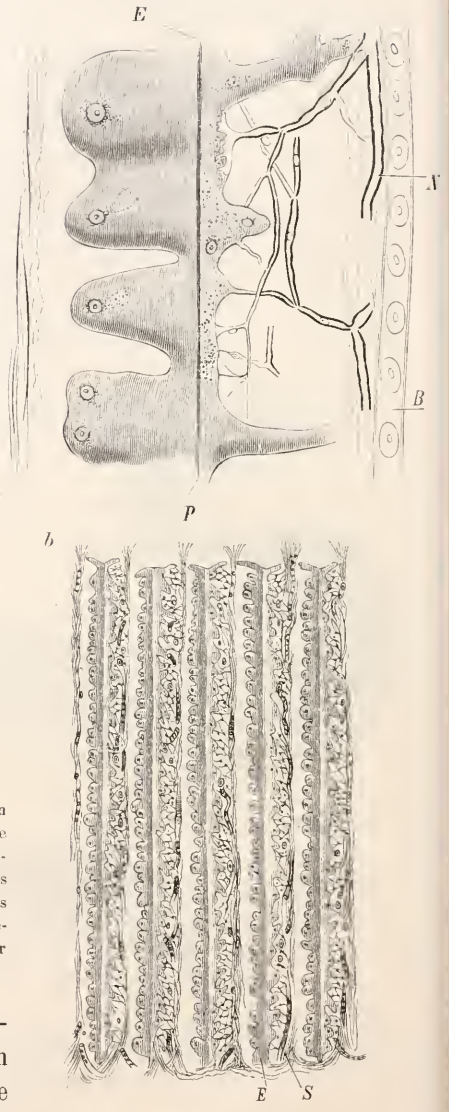
wesentlich überein, indem sie durch ein fibröses Gerüst in regelmässige Fächer, sogenannte „Kästchen" getheilt sind, welche bei reihenweise geschichteter Anordnung das Entstehen prismatischer Säulen veranlassen oder auch alternirend neben- und hintereinander lagern (*Malapterurus*). Im ersteren Falle erstrecken sich die Säulen entweder längs der Körperachse (*Gymnotus*) und haben somit eine horizontale Lage, im andern sind sie in dorsoventraler Richtung senkrecht gestellt (*Torpedo*). Während nun das fibröse Bindegewebsgerüst als Träger der ernährenden Blutgefässe und der netzförmig verästelten Nerven erscheint, wird die Füllungsmasse jedes Kästchens aus der elektrischen Platte und aus gallertigem Gewebe gebildet, in welchem jene gewissermassen

Fig. 114.



Zitterrochen *Torpedo* mit präparirtem elektrischen Organ (*EO*), nach Gegenbaur. Rechterseits ist blos die dorsale Fläche des Organs freigelegt, linkerseits sind die zutretenden Nervenstämme präparirt. *Le* Lobus electricus, *Tr* Nervus trigeminus, *V* Nervus vagus, *O* Augen, *Br* Kiemen, links die einzelnen Kiemensäcke, rechts dieselben mit einer gemeinsamen Muskelschicht bedeckt, *GR* Gallertröhren der Haut.

Fig. 115*a*.



Längsschnitte durch das elektrische Organ von *Gymnotus*. *a* Schnitt durch ein Kästchen nach einem frischen Präparat, nach Sachs. *S* fibröses Querseptum, *N* Nerven in demselben, *B* Blutgefäss, *E* elektrische Platte mit den Papillen an beiden Flächen und der Nervenendausbreitung an der Hinterfläche, *P* Pacini'sche Linie — *b* Schnitt durch eine Reihe aufeinanderfolgender Kästchen einer Säule, schwächer vergrössert, nach Fritsch.

suspendirt ist. Das letztere dürfte seiner Bedeutung nach am besten mit dem feuchten Leiter in der Volta'schen Säule, die elektrische Platte aber dem Kupfer-Zinkelement derselben vergleichbar sein. Diese stellt im frischen Zustande eine glasartige homogene Scheibe mit oberflächlichen papillösen Erhebungen dar. Die Substanz der Platte selbst enthält in den Papillen sternförmige, amoebenähnliche Zellen und wird (Zitteraal) durch eine intermediäre Grenzzone (*Pacini'sche Linie*) (Fig. 115 *PL*) in eine vordere und eine hintere, in die hinteren Papillen übergehende „*Nervenschicht*“ getrennt, an welcher die von der Scheidewand

übertretenden Nerven mittelst hügelförmiger Ausbreitung in ganz ähnlicher Weise wie die motorischen Endplatten an dem quergestreiften Muskel enden. (Fig. 115 *a*.) In der elektrischen Platte entwickelt sich in Folge der Erregung vom Nerven aus unter dem Einflusse des Willens Elektricität in der Weise, dass stets die Seite der Platte, an welcher die Endausbreitung des Nerven stattfindet, elektro-negativ, die entgegengesetzte freie elektro-positiv wird. Da die Platten in sämmtlichen Kästchen gleichgerichtet sind, summirt sich der Effect an den Polen der Säulen zu einer beträchtlichen Elektricitätsentwicklung, die im Momente der Berührung beider Pole zur Ausgleichung kommt.

Psychisches [1]) Leben und Instinct.

Die höheren Thiere werden sich nicht nur der Einheit ihres Organismus in dem Gefühle von Behagen und Unbehagen, Lust und Schmerz bewusst, sondern besitzen auch die Fähigkeit, von den durch die Sinne vermittelten Eindrücken der Aussenwelt Residuen zu bewahren und mit gleichzeitig empfundenen Zuständen ihres körperlichen Befindens zu verknüpfen. Auf welche Art die Irritabilität niederer einzelliger Organismen durch allmälige Uebergänge und Zwischenstufen zu der ersten Regung von Empfindung und Bewusstsein führt, liegt uns ebenso vollständig wie Natur und Wesen dieser von materiellen Bewegungen des Stoffes abhängigen, aber nicht aus denselben erklärbaren *psychischen* Vorgänge verschlossen. Wohl aber dürfen wir mit einiger Berechtigung annehmen, dass für den Eintritt innerer Zustände, welche mit dem an unserem eigenen Organismus erfahrenen, als Bewusstsein bezeichneten Zustande einen Vergleich gestatten, das Vorhandensein eines Nervensystems unumgänglich erforderlich ist. Mit den Sinnesorganen und dem Vermögen derselben, Eindrücke bestimmter Qualität von äusseren, als Reiz wirkenden Ursachen aufzunehmen, mit der Fähigkeit, Residuen des Wahrgenommenen im Gedächtnisse zu bewahren und als Vorstellungen mit gleichzeitig empfundenen und ebenfalls in der Erinnerung reproducirten körperlichen Gefühlszuständen zu Urtheilen und Schlüssen zu verbinden, besitzen die Thiere im Wesentlichen alle Grundbedingungen zu den Operationen der Intelligenz, wie sie andererseits auch fast alle Formen von Gemüthszuständen der menschlichen Seele zur Erscheinung bringen.

Neben bewussten, aus Erfahrung und intellectueller Thätigkeit entsprungenen Willensäusserungen werden aber die Handlungen der Thiere in umfassendem Masse durch innere Triebe bestimmt, welche unabhängig vom Bewusstsein wirken und zu zahlreichen, oft höchst complicirten, dem Organismus *nützlichen* Handlungen Anlass geben. Man nennt solche, die Erhaltung des Individuums und der Art fördernde Triebe *Instincte* [2]) und stellt dieselben gewöhnlich

[1]) W. Wundt, Vorlesungen über die Menschen- und Thierseele. 2 Bde. Leipzig, 1863. Derselbe, Grundzüge der physiologischen Psychologie. Leipzig, 1887.

[2]) Vergl. H. S. Reimarus, Allgemeine Betrachtungen über die Triebe der Thiere. Hamburg, 1773. P. Flourens, De l'instinct et de l'intelligence des animaux. Paris, 1851.

als dem Thiere eigenthümlich der bewussten Vernunft des Menschen gegenüber. Wie diese aber nur als höhere Potenz vom Verstand und Intellect, nicht aber als etwas von letzterem qualitativ Verschiedenes betrachtet werden kann, so zeigt die nähere Betrachtung, dass auch Instinct und bewusster Verstand nicht in absolutem Gegensatze, vielmehr in vielseitiger Beziehung stehen und nicht scharf von einander abzugrenzen sind. Denn wenn man auch dem Begriffe nach das Wesen des Instinctes in dem *Unbewussten* und in dem *Angeborensein* erkennt, so ergibt sich doch, dass erfahrungsgemäss mittelst bewusster Intelligenz erworbene Fertigkeiten zu instinctiven, unbewusst sich vollziehenden Vorgängen werden, und dass im Anschluss an die durch den ganzen Zusammenhang der Naturerscheinungen überaus wahrscheinlich gemachte Descendenzlehre sich die Instincte aus kleinen Anfängen entwickelt haben und nur unter Mitwirkung einer, wenn auch beschränkten intellectuellen Thätigkeit zu so hohen und complicirten Formen entwickeln konnten, welche wir an vielen höher organisirten Thieren (*Hymenopteren*) bewundern. Man kann demgemäss zwar mit vollem Rechte den Instinct als einen mit der Organisation ererbten, unbewusst wirkenden Mechanismus definiren, welcher als Reaction auf einen äusseren oder inneren Reiz sich in bestimmter Form gewissermassen abspielt und eine scheinbar zielbewusste, zweckmässige Verrichtung des Organismus zur Folge hat, wird aber nicht vergessen dürfen, dass auch die intellectuellen Thätigkeiten auf mechanischen Vorgängen beruhen und andererseits geradezu Bedingung sind, um aus einfachen höhere und verwickeltere Instincte entstehen zu lassen. Die einfachste Instinctform aber möchte identisch sein mit der bestimmten, auf einen Reiz folgenden Gegenwirkung der lebendigen Materie, oder was dasselbe besagt, mit der besonderen Form der durch eine äussere Einwirkung veranlassten Bewegungen der Moleküle.

Als Ergebniss theils instinctiver, theils intellectueller Vorgänge erklärt sich die bei höheren [1]) Thieren so häufig vorkommende Erscheinung des Zusammenlebens in Gesellschaften, die Association zahlreicher Individuen zu einfachen oder durch Arbeitstheilung reich gegliederten Vereinen, sogenannten Thierstaaten (Ameisen, Wespen, Bienen, Termiten). Wie bei den durch Continuität des Leibes verbundenen Lebensformen der sogenannten Thierstöcke erscheint auch hier das Zusammenwirken ein sich gegenseitig forderndes, beziehungsweise bedingendes. Der Vortheil, welcher durch die wechselseitige Dienstleistung gewonnen wird, bezieht sich nicht nur auf eine leichtere Ernährung und Vertheidigung, somit auf die Erhaltung des Individuums, sondern in erster Linie auf die Erhaltung der Nachkommenschaft, also auf den Schutz der Art. Daher sind auch die einfachsten und häufigsten Associationen, aus denen die

[1]) Ganz verschieden und lediglich durch Wachsthumsvorgänge bedingt ist die Entstehung der sogenannten Thierstöcke bei niederen Thieren mit unvollkommener oder beschränkter Individualität, wenngleich der durch die Vereinigung erreichte Vortheil für die Erhaltung der Art ein ähnlicher ist. Vergl. die Thierstöcke der Vorticelliden, Polypen und Siphonophoren, der Bryozoen und Tunicaten.

complicirten, durch Arbeitstheilung gegliederten Gesellschaften abzuleiten sind, Vereine beiderlei Geschlechtsthiere derselben Art.

Fortpflanzung und Geschlechtsorgane.

Urzeugung. Bei der zeitlichen Schranke, welche dem Leben eines jeden Organismus gezogen ist, erscheint die Entstehung neuen Lebens für die Erhaltung der Thier- und Pflanzenwelt unabweisbar nothwendig. Die Neubildung von Organismen könnte zunächst eine spontane sein, eine *Urzeugung* (*Generatio aequivoca*), welche denn auch in früheren Zeiten nicht nur für die einfachen und niederen, sondern selbst für complicirtere und höhere Organismen angenommen wurde. Aristoteles liess Frösche und Aale spontan aus dem Schlamme entstehen, und allgemein wurde bis auf Redi das Auftreten der Maden an faulendem Fleische als Urzeugung erklärt. Mit dem Fortschritt der Wissenschaft zogen sich jedoch die Grenzen für die Annahme derselben immer enger, so dass sie bald nur noch die Entozoen und Infusionsthierchen umfassten. Doch auch diese Organismen wurden durch die Forschung der letzten Decennien dem Gebiete der Generatio aequivoca fast gänzlich entzogen, so dass gegenwärtig ausschliesslich die niedersten Organismen faulender Infusionen in Betracht kommen, wenn es sich um die Frage der *spontanen* Entstehung handelt. Während der grössere Theil der Forscher [1]), gestützt auf die Resultate zahlreicher Experimente, auch für die letzteren die Urzeugung verwirft, findet dieselbe vornehmlich in Pouchet [2]) einen hervorragenden und eifrigen Vertheidiger.

Der Urzeugung steht die *elterliche Zeugung* oder *Fortpflanzung* gegenüber, welche wir als die allgemein verbreitete und normale Form der Zeugung zu betrachten haben. Dieselbe ist im Grunde nichts Anderes als ein Wachsthum des Organismus über die Sphäre seiner Individualität hinaus und lässt sich auch überall auf Absonderung eines körperlichen Theiles, welcher sich zu einem dem elterlichen Körper ähnlichen Individuum umgestaltet, zurückführen. Indessen ist die Art und Weise dieser Neubildung ausserordentlich verschieden und lässt verschiedene Formen der Fortpflanzung, als *Theilung*, *Sprossung* (*Sporenbildung*) und als *digene* oder *geschlechtliche Fortpflanzung* unterscheiden [3]).

Die *Theilung*, welche zugleich mit der Sprossung und Sporenbildung als *monogene* (*ungeschlechtliche*) *Fortpflanzung* bezeichnet wird, findet sich bei den niedersten Thieren verbreitet, sowohl bei den Protozoen als auch bei den tiefer stehenden Metazoen mit noch weniger differenzirten Geweben, wie sie denn

---

[1]) Vergl. insbesondere Pasteur, Mémoire sur les corpuscules organisés qui existent dans l'atmosphère. Ann. des sc. nat., 1861, ferner Expériences relatives aux générations dites spontanées. Compt. rend. de l'Acad. des sciences, tome 50.

[2]) Pouchet, Nouvelles expériences sur la génération spontanée et la résistance vitale. Paris, 1864.

[3]) Vergl. R. Leuckart's Artikel: „Zeugung" in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie.

auch die Fortpflanzungsform der Zelle ist. Bei derselben entstehen aus einem ursprünglich einheitlichen Organismus durch eine immer tiefer greifende und zur Trennung führende Einschnürung des Gesammtleibes zwei in der Regel gleichwerthige Individuen, in deren Leben sich das des Mutterthieres fortsetzt. Bleibt die Theilung unvollständig, ohne dass die Theilstücke zur völligen Sonderung gelangen, so sind die Bedingungen zur Entstehung eines Thierstockes gegeben, der bei fortgesetzter unvollständiger Theilung der neugebildeten Individuen an Umfang und Individuenzahl oft dichotomisch fortschreitend zunimmt (*Vorticellinen*, *Polypenstöcke*). Die Theilung kann in verschiedenen Richtungen longitudinal, transversal oder diagonal erfolgen.

Die *Sprossung* oder *Knospung* unterscheidet sich von der Theilung durch ein vorausgegangenes ungleichmässiges und einseitiges Wachsthum des Körpers, durch die Entstehung eines Abschnittes, welcher sich zu einem neuen Individuum ausbildet und durch Abschnürung und Theilung als Tochterthier zur Selbstständigkeit gelangt. Unterbleibt die Sonderung der gebildeten Knospe, so ist in gleicher Weise die Bedingung zur Entstehung eines Thierstockes gegeben (*Polypenstöcke*). Bald erfolgt die Knospung an verschiedenen Stellen der äusseren Körperfläche unregelmässig oder nach bestimmten Gesetzen (*Ascidien*, *Polypenstöcke*), bald auf einen bestimmten, als Keimstock gesonderten Körpertheil localisirt (*Stolo prolifer* der *Salpen*). Die Anlage des knospenden Keimes wiederholt die verschiedenen als Keimblätter unterschiedenen Zellenlagen, aus denen sich später die Organe differenziren.

Die Bildung von Sporen oder Keimzellen charakterisirt sich als eine Absonderung von Zellen im Innern des Organismus, welche sich vor oder nach Austritt aus demselben zu neuen Individuen entwickeln. Indessen nur bei den einzelligen Protozoen (*Gregarinen*) dürfte dieser dem Pflanzenreich entlehnte Begriff von Spore aufrecht zu erhalten sein. Die Fälle von sogenannter Sporenerzeugung im Bereiche der Metazoen (Keimschläuche der Trematoden) fallen wahrscheinlich mit der Eibildung zusammen und dürften auf frühzeitige Reife und spontane Entwicklung von Eizellen zurückzuführen (Parthenogenese, Paedogenese) sein.

Die *digene* oder *geschlechtliche Fortpflanzung* beruht auf der Erzeugung von zweierlei verschiedenen Keimzellen, deren Vereinigung zur Entwicklung eines neuen Organismus nothwendig ist. Die eine Form von Keimzellen stellt sich als Zelle dar, welche das Material zur Erzeugung des neuen Individuums enthält, und heisst *Eizelle* (meist schlechthin *Ei*). Die zweite Form, die *Samenzelle*) ist das befruchtende Element, welches mit dem Inhalt der Eizelle verschmilzt und durch eine unbekannte Einwirkung den Anstoss zur Entwicklung des Eies gibt. Die Zellenlager, aus denen Eier und Sperma ihre Entstehung nehmen, werden entsprechend den als Sexualzellen bezeichneten beiden Formen von Keimzellen *Geschlechtsorgane* genannt, und zwar die Eier erzeugenden *weibliche* (*Ovarien*) und die Samen erzeugenden *männliche* Geschlechtsorgane (*Hoden*). Das *Ei* ist das *weibliche*, das *Sperma* das *männliche* Product.

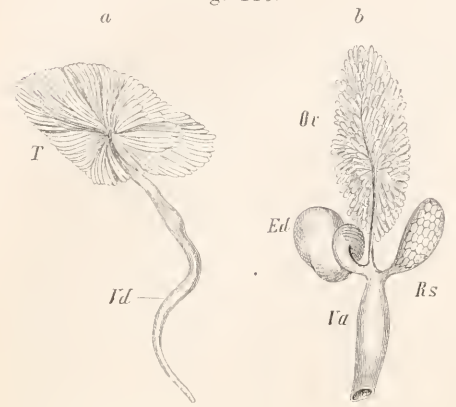
Der Ursprung der digenen Fortpflanzung, welche für sämmtliche Metazoen Geltung hat, ist ohne Zweifel auf die Zellcolonien der Protozoen und Protophyten zurückzuverfolgen, von denen die Metazoen ableitbar erscheinen. Wahrscheinlich ist der Conjugationsvorgang zweier scheinbar gleicher Zellen, wie er schon bei den Conjugaten unter den Algen vorkommt, die Ausgangsform der digenen Fortpflanzung, der auch zu der Ueberzeugung hinleitet, dass Eizelle und Spermazelle ungleich gewordenen Formen von Keimzellen gleich zu setzen sind. Dieselbe Bedeutung kommt auch der Conjungation zweier Infusorien zu, welche sich freilich nach vorausgegangener Fusion in der Regel wiederum von einander trennen. Eine Conjugation differenter Keimzellen ist aber schon bei niederen Pflanzen sehr verbreitet und insbesondere auch bei den Flagellatencolonien der *Volvocinen* verfolgt worden. Hier entwickeln sich z. B. bei *Volvox* einzelne der Zellindividuen zu Fortpflanzungszellen, welche, aus dem Verbande der übrigen gelöst, in den Innenraum der Kugel gelangen und zu Eizellen, beziehungsweise bei fortgesetzter Theilung zu Ballen von Samenzellen oder Spermatozoen werden.

Dem entsprechend dürfte bei den Metazoen die Absonderung der Geschlechtszellen sehr frühzeitig bei noch gleichartiger Gestaltung aller übrigen Zellen erfolgt sein und der ersten Arbeitstheilung des Zellenmateriales entsprochen haben, welches sich später, nachdem phylogenetisch die digene Zeugung bereits zur Erscheinung getreten war, in Zellenschichten sonderte.

Der Bau der Geschlechtsorgane zeigt ausserordentlich verschiedene Verhältnisse und zahlreiche Stufen fortschreitender Complication. Im einfachsten Falle reduciren sich dieselben auf Anhäufungen von Sexualzellen, welche in der zelligen Leibeswand auftreten und schon in dieser primitiven Form als Hoden und Ovarien bezeichnet werden. Die zellige Leibeswand erscheint an bestimmten Stellen als Keimstätte für Samen- und Eizellen (*Coelenteraten*), und zwar ist es bald das Ektoderm (*Hydroidquallen*), bald das Entoderm (*Acalephen, Anthozoen*), aus welchem dieselben hervorgehen. Aehnliches gilt auch für die marinen Polychaeten oder Borstenwürmer, deren Leibeshöhlenepithel die Samen- und Eizellen erzeugt, welche nach Erlangung der Reife in die Leibeshöhle fallen. Meist gewinnen jedoch *Ovarien* und *Hoden*, dem Bedürfnisse einer grösseren Flächenentwicklung gemäss, den Bau von Drüsen mit Ausführungsgängen, ohne dass noch weitere sexuelle Leistungen zu der Absonderung der beiderlei Zeugungsstoffe hinzukommen (*Echinodermen*). Auf einer höheren Stufe aber gesellen sich zu den Eier- und Samen-bereitenden Drüsen complicirtere Leitungsapparate, welche bestimmte Arbeiten für das weitere Schicksal der abgesonderten Sexualproducte und für die Begegnung beider Zeugungsstoffe übernehmen, sowie in der Wand derselben, oder als besondere Anhänge entwickelte Drüsen hinzu. (Fig. 116.) Zu den *Ovarien* kommen *Eileiter*, *Oviducte*, entweder als mit jenen in directem Zusammenhange stehende Ausführungsgänge oder aus fremden, ursprünglich ganz anderen Functionen dienenden Canälen (Segmentalorgane) hervorgegangen. In den Verlauf derselben sind

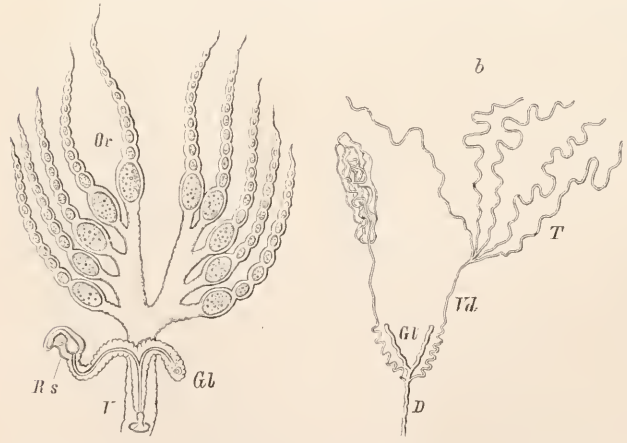
häufig Drüsen mancherlei Art, welche als *Dotterstöcke* der Eizelle Dottermaterial zuführen oder dieselbe in Eiweiss einhüllen oder den Stoff zur Bildung einer derben Eischale (*Chorion*) liefern, eingeschoben. Freilich können diese Functionen auch der Ovarialwand übertragen sein (Insecten), so dass das in den Eileiter eintretende Ei bereits seinen accessorischen Dotter aufgenommen und eine feste Eischale erhalten hat. Immerhin besorgen die Leitungswege auch dann noch verschiedene Arbeiten und gliedern sich dem entsprechend in mehrfache Abschnitte; oft erweitern sich dieselben während ihres Verlaufes zu einem Reservoir zur Aufbewahrung der Eier (*Eierbehälter*) oder der sich entwickelnden Embryonen (*Fruchtbehälter, Uterus*), während ihr Endabschnitt zur Befruchtung bezugnehmende Differenzirungen bietet (*Receptaculum seminis, Scheide, Begattungstasche, äussere Geschlechtstheile*). Die Ausführungsgänge der Hoden, *Samenleiter* (*Vasa deferentia*) bilden gleichfalls häufig Reservoirs (*Samenblasen*) und nehmen Drüsen (*Prostata*) auf, deren Secret sich dem Sperma beimischt oder Samenballen mit festeren Hüllen (*Spermatophoren*) bildet. Der Endabschnitt des Samenleiters gestaltet sich durch die kräftige Muskulatur zu einem *Ductus ejaculatorius*, welchem sich in der Regel äussere Copulationsorgane zur geeigneten Uebertragung der Samenflüssigkeit in die weiblichen Geschlechtsorgane hinzugesellen. (Fig. 117.)

Fig. 116.



Geschlechtsorgane eines Heteropoden (*Pterotrachea*), nach R. Leuckart. *a* des Männchens. *T* Hoden, *Vd* Samenleiter. — *b* des Weibchens. *Ov* Ovarium. *Ed* Eiweissdrüse, *Rs* Receptaculum seminis, *Va* Vagina.

Fig. 117.

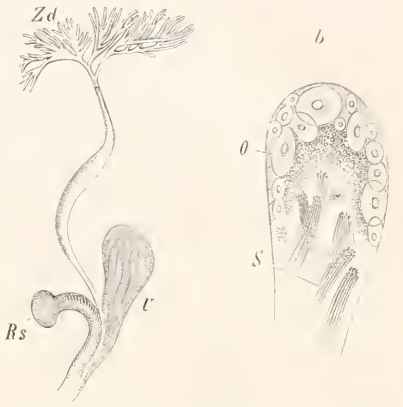


a Die weiblichen Geschlechtsorgane von *Pulex*, nach Stein. *Ov* Eiröhren, *Rs* Receptaculum seminis, *V* Vagina, *Gl* Anhangsdrüse. — *b* Die männlichen Geschlechtsorgane einer Wasserwanze (*Nepa*), nach Stein. *T* Hoden, *Vd* Vasa deferentia, *Gl* Anhangsdrüsen, *D* Ductus ejaculatorius.

Hermaphroditismus. Die einfachste und ursprünglichste Form des Auftretens von Geschlechtsorganen ist die *hermaphroditische*. Eier und Samen werden in dem Körper ein und desselben Individuums (*Hermaphrodit, Zwitter*)

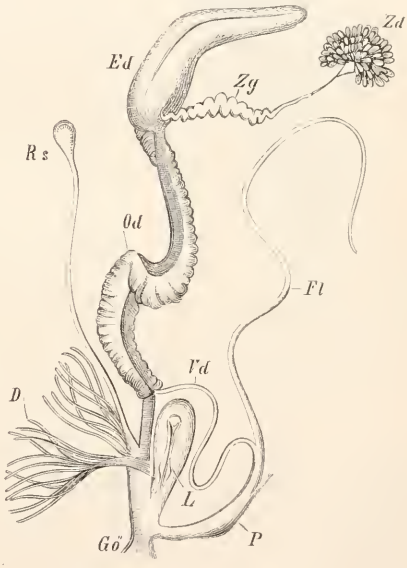
erzeugt, welches in sich alle Bedingungen zur Arterhaltung vereinigt und für sich allein die Art repräsentirt. Wir finden den Hermaphroditismus in allen Thierkreisen, besonders aber in den niederen, und zwar erscheinen vorzugsweise langsam bewegliche (Land-, sowie kriechende Wasserschnecken, Opisthobranchien, Turbellarien, Hirudineen, Oligochaeten) oder vereinzelt auftretende Parasiten (Cestoden, Trematoden) oder festgeheftete, der freien Ortsveränderung entbehrende Thiere (Austern, Cirripedien, Bryozoen, Tunicaten) hermaphroditisch. Das gegenseitige Verhältniss der männlichen und weiblichen, in demselben Individuum vereinigten Geschlechtsorgane zeigt mehrfache Verschiedenheiten, die gewissermassen stufenweise der Trennung der Geschlechter allmälig näher führen. Im einfachsten Falle liegen die Keimstätten der beiderlei Geschlechtsproducte räumlich nahe bei einander, so dass sich Samen und Eier im Leibe des hermaphroditischen Mutterthieres direct begegnen (Ctenophoren, *Chrysaora*). Beiderlei Zeugungsstoffe entstehen in begrenzten Zellenlagern unterhalb der Entodermbekleidung des Gastrovascularraumes und lassen sich auf Wucherungen des Entoderms oder Ectoderms zurückführen. Auf einer höheren Stufe sind Ovarien und Hoden noch als *Zwitterdrüse* vereinigt (*Synapta*, Pteropoden, Opisthobranchien, Pulmonaten); anfangs ist noch ein gemeinsamer Ausführungsgang vorhanden (thecosome Pteropoden) (Fig. 118), aus dem sich aber schon bei vielen Opisthobranchiern und den Pulmonaten (*Helix*) Samenleiter und Oviduct in verschiedener Weise sondern, jedoch noch mit gemeinsamer Geschlechtskloake ausmünden (Fig. 119). In anderen Fällen trennen sich Hoden und Ovarien auch als gesonderte Drüsen und erhalten vollständig getrennte Ausführungs-

a Fig. 118 *b*



Geschlechtsorgane von *Cymbulia* (Pteropode), nach Gegenbaur. *a Zd* Zwitterdrüse mit gemeinsamem Ausführungsgang, *Rs* Samenbehälter, *U* Eierbehälter. — *b* Ein Acinus der Zwitterdrüse derselben. *O* Eier, *S* Samenfäden

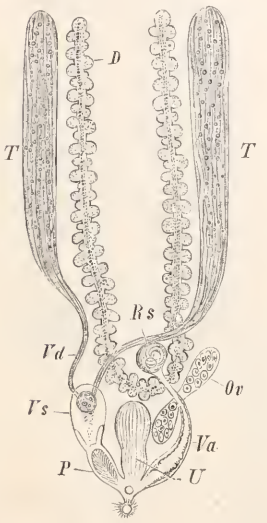
Fig. 119.



Geschlechtsorgane der Weinbergschnecke *(Helix pomatia). Zd* Zwitterdrüse, *Zg* der Ausführungsgang derselben, *Ed* Eiweissdrüse, *Od* Eiergang und Samenrinne, *Vd* Samenleiter, *P* vorstülpbarer Penis, *Fl* Flagellum, *Rs* Receptaculum seminis, *L* Liebespfeil im Liebespfeilsack, *D* fingerförmige Drüse an dem letzteren, *Gö* gemeinsame Genitalöffnung.

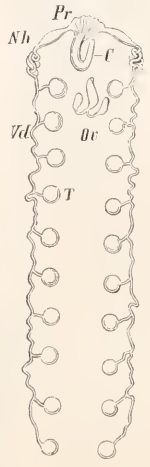
gänge. Auch dann kann die Geschlechtsöffnung noch eine gemeinsame Kloake sein (Cestoden, Trematoden, Rhabdocoelen, monogonopore Dendrocoelen) (Fig. 120), oder es liegen beide Oeffnungen von einander getrennt (digonopore Dendrocoelen, Hirudineen, Oligochaeten) (Fig. 121). Bei allen diesen Modificationen erscheint die Kreuzung zweier hermaphroditischer Individuen, welche sich zuweilen gleichzeitig befruchten und befruchten lassen (Wechselkreuzung), als Regel, während allerdings ganz vereinzelt Beispiele vorkommen mögen, in denen Zwitter zur Erzeugung von Nachkommen sich selbst genügen. Jedenfalls erscheint dieser Fall bei den Hermaphroditen als Ausnahme, und selbst bei unvollkommener Sonderung von Hoden und Ovarien macht die *zeitliche Trennung der männlichen und weiblichen Reife* eine Kreuzung zweier Individuen nothwendig (*Gastropoden, Salpen*).

Fig. 120.



Geschlechtsapparat von *Vortex viridis*, nach M. Schultze. *T* Hoden, *Vd* Vas deferens, *Vs* Samenblase, *P* vorstülpbarer Penis, *Ov* Ovarium, *Va* Vagina, *U* Uterus, *D* Dotterstöcke, *Rs* Receptaculum seminis.

Fig. 121.



Geschlechtsapparat des Blutegels. *T* Hoden, *Vd* Vas deferens *Nh* Nebenhoden, *Pr* Prostata, *C* Cirrus, *Ov* Ovarien nebst Scheide und weiblicher Genitalöffnung.

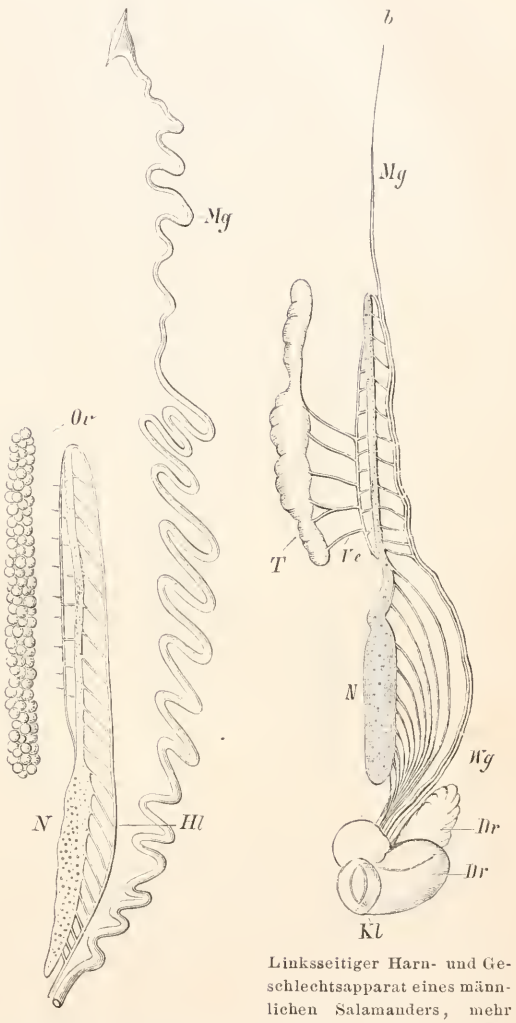
Physiologisch führt ein solches Verhältniss des Hermaphroditismus bereits zur Trennung der Geschlechter und geht morphologisch bei einseitiger Ausbildung der einen Art von Geschlechtsorganen unter gleichzeitiger Verkümmerung der anderen in dieselbe über (*Distomum filicolle* und *haematobium*), in welchem Falle nicht selten Spuren einer hermaphroditischen Anlage zurückbleiben, wie solche auch an den Ausführungsgängen der Geschlechtsorgane bei den Vertebraten nachweisbar sind. Bei den Amphibien und höheren Vertebraten finden sich männliche und weibliche Leitungswege, welche sich secundär aus dem Urnierengange entwickeln, in jedem Individuum angelegt. Der Oviduct (Müller'sche Gang) bildet sich beim Männchen bis auf schwache Reste zurück, während umgekehrt der Samenleiter (Wolff'scher Gang) im weiblichen Geschlecht verkümmert oder wie bei den Amphibien als Leitungsgang zur Ausführung des Harnsecretes Verwendung findet. (Fig. 122 *a*, *b*.)

Trennung der Geschlechter. Mit der Trennung der männlichen und weiblichen Geschlechtstheile auf verschiedene Individuen ist die vollkommenste Form der geschlechtlichen Fortpflanzung auf dem Wege der Arbeitstheilung erreicht, aber gleichzeitig auch ein fortschreitender Dimorphismus der männlichen und weiblichen Individuen vorbereitet, da die Organisation der Geschlechtsthiere von den abweichenden Geschlechtsfunctionen mehr und mehr beeinflusst und mit der höheren Ausbildung des Geschlechtslebens zur Aus-

führung besonderer, an Ei- oder Samenerzeugung gebundener Nebenleistungen umgestaltet wird.

In erster Linie ist die complicirtere Gliederung beiderlei Leitungswege, sowie die derselben entsprechende Arbeitstheilung der Functionen für die Ausbildung accessorischer Geschlechtscharaktere und des Sexualdimorphismus bestimmend. Auch in anderen Organen als dem Geschlechtsapparat weichen männliche und weibliche Thiere nach verschiedenen Richtungen, welche durch eine Reihe von besonderen Functionen des Geschlechtslebens bezeichnet werden, auseinander. Das bei der Begattung den Samen aufnehmende Weibchen verhält sich in der Regel mehr passiv, als der leidende Theil, der auch das Bildungsmaterial der Nachkommenschaft in sich birgt und demgemäss Sorge trägt, für die Entwicklung der befruchteten Eier und für das weitere Schicksal der in's Leben getretenen Brut. Daher der durchschnittlich schwerfälligere Körper des Weibchens, sowie die verschiedenen Einrichtungen in demselben zum Schutze und zur Ernährung der Brut, welche sich aus den abgesetzten, häufig am mütterlichen Körper mit umhergetragenen Eiern entwickelt oder im Innern des Mutterleibes zur Entwicklung gelangt und lebendig geboren wird. Die eigenthümlichen Verrichtungen des Männchens beziehen sich zunächst auf die Aufsuchung, Anregung und Bewältigung des Weibchens zur Begattung, daher im Durchschnitt die grössere Kraft und Beweglichkeit des Körpers, die höhere Entwicklung der Sinne, der Besitz von mancherlei Reiz-

Fig. 122.



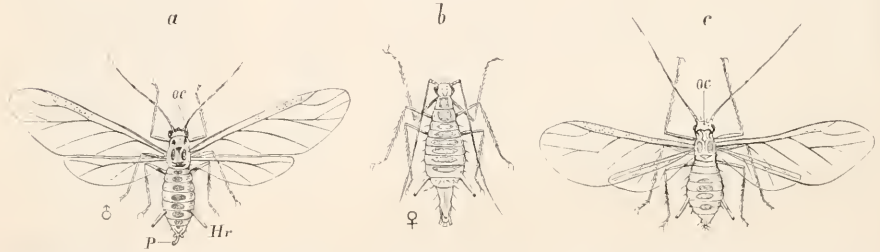
Linksseitiger Harn- und Geschlechtsapparat eines weiblichen Salamanders ohne den Kloakentheil. *Ov* Ovarium, *N* Niere, *Hl* der dem Wolff'schen Gang entsprechende Harnleiter, *Mg* der als Oviduct ausgebildete Müller'sche Gang.

Linksseitiger Harn- und Geschlechtsapparat eines männlichen Salamanders, mehr schematisch. *T* Hoden, *Ve* Vasa efferentia, *N* Niere mit den austretenden Sammelröhrchen, *Mg* Müller'scher Gang, *Wg* Wolff'scher Gang oder Samenleiter, *Kl* Kloake mit den Nebendrüsen *Dr* der linken Seite.

mitteln, als lebhaftere Färbung, lautere und reichere Stimme, endlich von Haft- und Klammerwerkzeugen, sowie von äusseren Copulationsorganen. (Fig. 123 *a*, *b*.)

Die sexuellen Gegensätze sind bei den höheren Thieren so bedeutend, dass man die Ansicht begründen zu können glaubte, das Geschlecht wirke durch das ganze Wesen des Individuums und habe seinen Sitz in jedem Theile desselben, der entweder männlich oder weiblich sei (*Steenstrup*). Die weitere Consequenz einer solchen Anschauung führte dazu, das Vorkommen des Hermaphroditismus überhaupt zu läugnen, denselben für unmöglich zu halten. Wenn auch diese extreme Ansicht allgemein verlassen worden ist, so gibt es doch noch Forscher, welche, an gewisse Voraussetzungen derselben anknüpfend, die Trennung der Geschlechter als die ursprüngliche Form der geschlechtlichen Fortpflanzung betrachten und den Hermaphroditismus auf secundär entwickelte Ausnahmen zurückzuführen suchen (Fr. Müller). Die Unrichtigkeit auch dieser Auffassung [1]) ergibt sich nicht nur aus dem ganzen Zusammenhange der Erscheinungen, sondern auch aus der Thatsache, dass die Richtungen, nach welchen beide Geschlechter divergiren, sehr verschieden sein können und in

Fig. 123.



Männchen von *Aphis platanoides*. *Oc* Ocellen, *Hr* Honigröhrchen, *P* Begattungsorgan.

Flügelloses ovipares Weibchen desselben.

Vivipares Weibchen (sogenannte Amme) von *Aphis platanoides*. *Oc* Ocellen.

einzelnen Fällen für beide Geschlechter die volle Umkehrung in den Nebenfunctionen des Sexuallebens zur Erscheinung kommt.

In Ausnahmsfällen können auch vom Männchen Functionen übernommen werden, welche sich auf Brutpflege und Erhaltung der Nachkommenschaft beziehen, wie z. B. bei der Geburtshelferkröte (*Alytes*) und den Lophobranchiern. Auch betheiligen sich die Männchen der Vögel oft neben dem Weibchen am Nestbau, an dem Auffüttern und Beschützen der Jungen. Dass Bruträume oder Nester lediglich vom männlichen Thiere hergestellt und, wie bei *Cottus* und dem Stichling (*Gasterosteus*), der Schutz und die Vertheidigung der Brut ausschliesslich dem Männchen zufällt, ist wiederum eine seltene Ausnahme, die aber um so nachdrücklicher dafür Zeugniss ablegt, dass die sexuellen Abweichungen sowohl in der Formgestaltung, wie in den besonderen Leistungen nicht auf einem ursprünglich gegebenen Gegensatze der beiden Geschlechter beruhen,

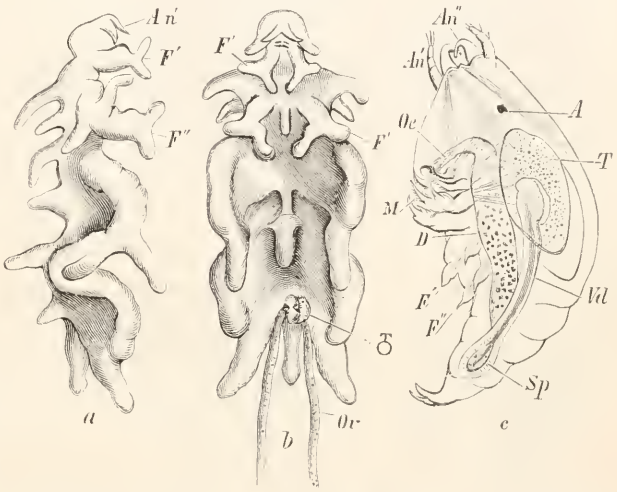
[1]) Hiermit soll natürlich nicht ausgesprochen sein, dass es nicht auch secundäre, erst wieder von getrennt geschlechtlichen Thieren aus entstandene Formen von Hermaphroditismus gibt, wie solche in der That für die Rankenfüssler (Cirripedien) wahrscheinlich gemacht wurden.

sondern erst in Folge theils sexueller Züchtung, theils von Anpassung durch Zuchtwahl überhaupt *erworben* sind.

Im Extrem kann der Geschlechtsdimorphismus zu einer derartigen Divergenz der beiderlei Geschlechtsthiere führen, dass man dieselben bei Unkenntniss ihrer Entwicklung und sexuellen Beziehungen in verschiedene Gattungen und Familien stellen würde. Solche Extreme treten bei *Rotiferen* und bei parasitischen *Copepoden* (*Chondracanthus*, *Lernaeopoda*) auf (Fig. **124** *a*, *b*, *c*) und sind als Züchtungsresultat der parasitischen Lebensweise zu erklären.

Die Verschiedenheit der beiden die Art repräsentirenden und erhaltenden Individuengruppen, deren Begattung und gegenseitige Einwirkung man lange Zeit kannte, bevor man sich über das Wesen der Fortpflanzung Rechenschaft zu geben im Stande war, hat zur Bezeichnung „*Geschlechter*“ geführt, denen wiederum die Bezeichnung *geschlechtlich* für die Organe und die Art der Fortpflanzung entlehnt wurde.

Fig. 124.

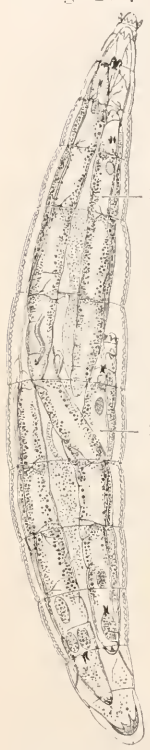


Die beiden Geschlechtsthiere von *Chondracanthus gibbosus*, das Weibchen etwa sechsfach vergrössert. *a* Weibchen in seitlicher Lage; *b* dasselbe von der Bauchseite mit anhaftendem Männchen; *c* Männchen, isolirt, unter starker Vergrösserung. *An'* vordere Antennen, *An''* Klammerantennen, *F'*, *F''* die beiden Fusspaare, *A* Auge, *Oe* Eierschläuche, *M* Mundtheile, *Oe* Oesophagus, *D* Darm, *T* Hoden, *Vd* Samenleiter, *Sp* Spermatophore im Spermatophorensack.

In Wahrheit ist auch die geschlechtliche Fortpflanzung nichts Anderes als eine *besondere Form des Wachsthums*. Die als Eier und Spermatozoen freiwerdenden Zellen repräsentiren die beiden Formen von Keimzellen, welche nach gegenseitiger Einwirkung durch den Befruchtungsvorgang die Entwicklung eines neuen Organismus vorbereiten. Indessen ist auch das Ei unter gewissen Verhältnissen wie die einfache Keimzelle spontan entwicklungsfähig, wofür die zahlreichen, besonders bei Insecten und Crustaceen (*Apus*, *Artemia*, Sommereier der *Cladoceren* und *Rotiferen*) bekannt gewordenen Fälle von *Parthenogenese* Beispiele geben. Für den Begriff der Eizelle fällt demnach die Nothwendigkeit der Befruchtung hinweg, und es bleibt zur Unterscheidung derselben von der Keimzelle auch physiologisch kein durchgreifendes Kriterium übrig. Man pflegt freilich auf den Ort der Entstehung im „*Geschlechtsorgan*“ und im *weiblichen* Körper (Hymenopteren, Psychiden, Schildläuse, Rindenläuse) den entscheidenden Werth zu legen, ohne jedoch auch mit diesem morpho-

logischen Gesichtspunkte in jedem einzelnen Falle zum Ziele zu kommen. Die Bestimmung des Begriffes Geschlechtsorgan ist keineswegs so einfach und leicht ausführbar. In erster Linie ist für denselben der Gegensatz der beiderlei Sexualzellen massgebend. Fällt die männliche Sexualzelle und mit ihr die Nothwendigkeit der Befruchtung hinweg, so ist in den Fällen einer modificirten, nach Analogie der weiblichen Geschlechtsorgane erfolgten Gliederung des Organes, welches die entwicklungsfähigen Zellen producirt, zu entscheiden, ob wir es mit einem Keimstock und einem sich ungeschlechtlich fortpflanzenden Thiere, oder mit einem Ovarium und einem wahren Weibchen zu thun haben, dessen Eier die Fähigkeit der spontanen Entwicklung besitzen. Erst der Vergleich mit der Fortpflanzungsweise verwandter Thierformen macht diese Entscheidung möglich. Bei den Blattläusen oder Aphiden gibt es eine Generation von viviparen Individuen, welche von den begattungs- und befruchtungsfähigen oviparen Weibchen zwar verschieden, aber mit ähnlichen, nach dem Typus der Ovarien gebildeten Fortpflanzungsorganen versehen sind, deren Eigenthümlichkeit vor Allem auf dem Mangel von Einrichtungen zur Begattung und Befruchtung (im Zusammenhange mit dem Ausfall von männlichen Thieren) beruht. (Fig. 123*c*.) Die Fortpflanzungszellen nehmen in jenen Organen, die man früher als Keimstöcke betrachtete, dann später *Pseudovarien* nannte, einen ganz ähnlichen Ursprung wie die Eier in den Ovarien und unterscheiden sich von den Eiern wohl nur durch den sehr frühzeitigen Beginn der Embryonalentwicklung. Man wird daher die viviparen Individuen schon deshalb richtiger als eigenthümlich veränderte, auf den Ausfall der Begattung und Befruchtung organisirte *agame* Weibchen betrachten und keineswegs die Fortpflanzungszellen dem Begriffe von Keimzellen unterordnen (wie dies früher Steenstrup that). Man wird auch bei den Aphiden von einer geschlechtlich-parthenogenetischen, an Stelle einer ungeschlechtlichen Fortpflanzung (durch sogenannte Ammen) reden. Die Fortpflanzungsweise der Rindenläuse im Vergleich zu der erwähnten Fortpflanzung der Aphiden, insbesondere der Gattung *Pemphigus*, stellt die Richtigkeit dieser Deutung ausser Zweifel.

Fig. 125.



Lebendig gebärende *Cecidomyia- (Miastor-)* Larve, nach Al. Pagenstecher. *Tl* Tochterlarven, aus der Ovarialanlage entwickelt.

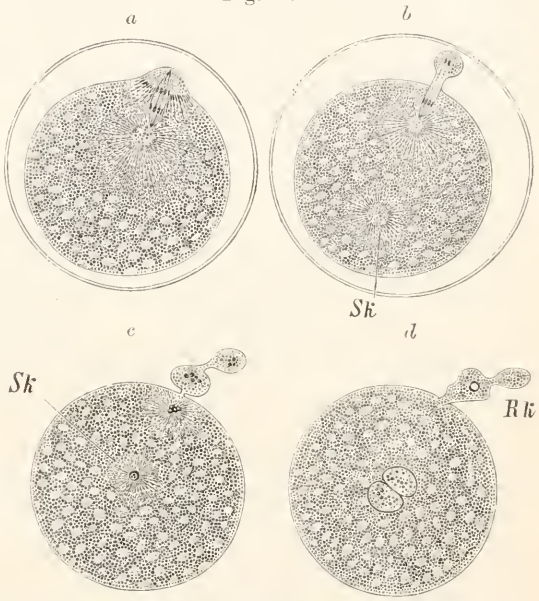
Ein ähnliches Verhältniss besteht für die *Cecidomyia*-Larven, welche lebendige Junge erzeugen. Bei diesen bildet die Anlage der Geschlechtsdrüse unter Umformungen, welche sich an den Bau der Ovarien und an die Entstehungsweise der Eier anschliessen, sehr frühzeitig eine Anzahl von Fortpflanzungszellen aus, welche sich alsbald zu Larven entwickeln (Fig. 125.) Das Ovarium fällt gewissermassen zur Bedeutung eines Keimzellenlagers zurück, und es ist nicht unwahrscheinlich, dass viele als Sporen oder Keimzellen

betrachteten Producte (bei Redien, Sporocysten) Ovarialanlagen mit spontan entwicklungsfähigen Eizellen entsprechen.

Entwicklung.

Nach den Thatsachen der geschlechtlichen Fortpflanzung wird man die Zelle als den Ausgangspunkt des sich entwickelnden Organismus betrachten. Der Inhalt der Eizelle beginnt spontan oder unter dem Einflusse der Befruchtung eine Reihe von Veränderungen, deren Endresultat die Anlage des Embryonalleibes ist. Diese Veränderungen beruhen auf einem Zellvermehrungsprocess, welcher sich am gesammten Inhalt der Eizelle, beziehungsweise an dem protoplasmatischen Theile des Dotters vollzieht und unter dem Namen der *Dotterfurchung* bekannt ist.

Fig. 126.

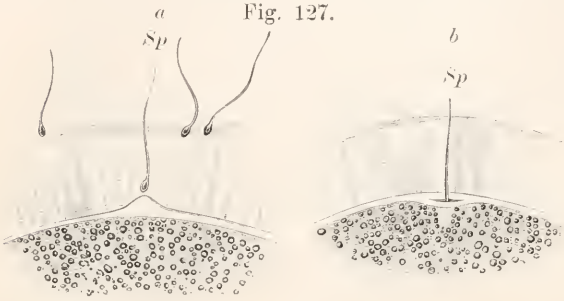


Ei von *Nephelis*, nach O. Hertwig. *a* Das Ei eine halbe Stunde nach der Eiablage. Das Protoplasma wölbt sich hügelförmig vor zur Bildung des ersten Richtungskörperchens. Die Kernspindel tritt auf. — *b* Dasselbe eine Stunde später mit austretendem Richtungskörper und Strahlensystem des eingetretenen Samenkörpers *Sk*. — *c* Dasselbe ohne Eihülle abermals eine Stunde später mit ausgetretenem zweiten Richtungskörperchen und mit Spermakern *Sk*. — *d* Dasselbe wiederum eine Stunde später mit zusammengetretenem Eikern und Spermakern, *Rk* Richtungskörperchen.

Bildung des Richtungskörpers. Unklar blieb lange Zeit das Verhalten des Keimbläschens beim Beginn der Furchung und die Beziehung desselben zu den Kernen der ersten Furchungszellen. Ebensowenig hatte man genügende Anhaltspunkte, um die Veränderungen und das Schicksal der beim Act der Befruchtung in den Dotter eingetretenen Samenkörper zu beurtheilen. Zahlreiche Forschungen der letzten Jahre, insbesondere die Untersuchungen von Bütschli, O. Hertwig, Fol u. A. haben über diese bislang völlig dunkeln Vorgänge einiges Licht verbreitet. Während man bisher den Schwund des Keimbläschens und die Bildung eines neuen, von jenem unabhängigen Kernes in dem reifen, zur Furchung sich anschickenden Ei voraussetzte und nur in Ausnahmsfällen (Siphonophoren, Entoconcha etc.) die Persistenz und Betheiligung desselben an der Kernbildung der ersten Furchungszellen annahm, haben eingehendere, an Eiern zahlreicher Thiere angestellte Beobachtungen bewiesen, dass das Keimbläschen des reifen Eies nicht verschwindet, wohl aber Veränderungen erfährt und seiner Hauptmasse nach in Verbindung mit Protoplasma-

theilen des Dotters als sogenannte „*Richtungskörperchen*“ oder Polzellen aus dem Ei austritt. (Fig. 126.) Dieser Vorgang vollzieht sich als eine Form von Zelltheilung. Das Keimbläschen wird zu einer Kernspindel, welche an die Oberfläche des sogenannten animalen Eipoles rückt. Unter den Erscheinungen der Strahlenfigur wird ein Theil der Spindel nebst geringem Plasmahof ausgestossen. Mit Ausnahme der sich parthenogenetisch ohne Befruchtung entwickelnden Eier folgt noch die Ausstossung eines zweiten Richtungskörpers, nach welcher der Rest des Keimbläschens in die Tiefe rückt und zu einem ruhenden Kerne wird, den man als *Eikern* oder *Pronucleus* des Eies unterscheidet. Die Bildung der Richtungskörperchen vollzieht sich unabhängig von der Befruchtung, wenngleich sie in manchen Fällen (*Nematoden*) erst nach Eintreten des Zoosperms erfolgt.

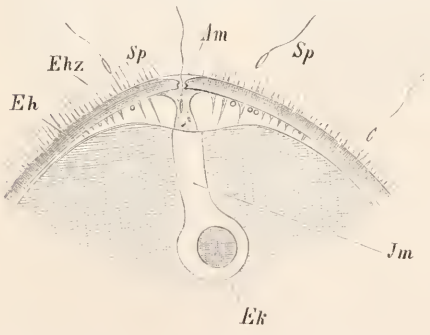
Fig. 127.



a und *b* Abschnitte des Eies von *Asterias glacialis* mit Zoospermien *Sp*, welche in die Hüllzone eindringen, nach H. Fol.

Befruchtung. Die Befruchtung des Eies wird durch den Eintritt eines Samenkörpers in den Eidotter eingeleitet. (Fig. 127.) Man kann es als eine Thatsache betrachten, dass bei normalen Vorgängen nur ein Zoosperm eindringt. Da wo sich vorher bereits eine feste Schalenhaut im Umkreis des Eies abgelagert hat (Fische, Insecten etc.), ist eine polständige Oeffnung, *Micropyle*, zum Durchtritt des Zoosperms gebildet worden. (Fig. 128.)

Fig. 128.



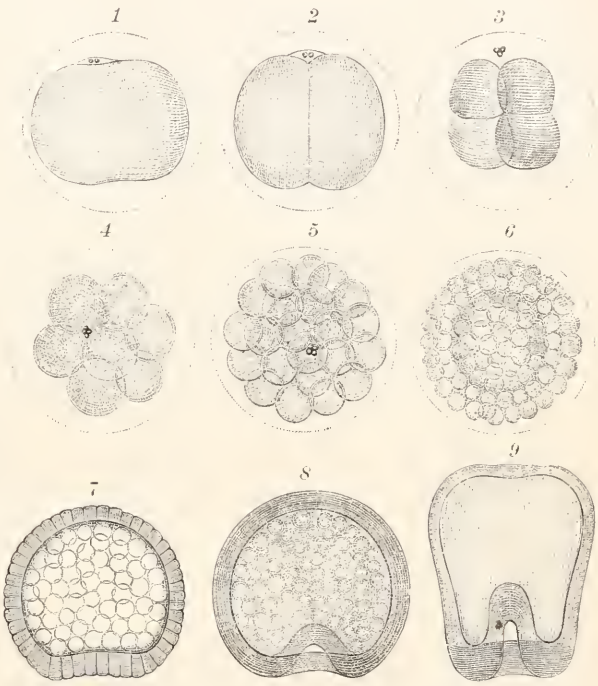
Oberer Abschnitt des Eies von *Petromyzon*, nach Calberla. *Am* Mikropyle, *Sp* Spermatozoen, *Jm* Spermagang, *Ek* Eikern, *Eh* Eihaut, *Ehz* Rauhigkeiten derselben.

Das Wesen der Befruchtung beruht nicht in dem einfachen Eintritt und der Auflösung des Samenkörpers im Eie, sondern in der Vereinigung von Theilen desselben mit entsprechenden Theilen des Eikernes.

Ueber die näheren Vorgänge dieses wichtigen die Constitution des sich entwickelnden Organismus bedingenden Conjugationsactes haben vornehmlich die Untersuchungen von Bütschli, O. Hertwig und Fol Aufschluss gebracht. In erster Reihe erwiesen sich die Eier von Echinodermen, dann aber auch die verschiedener Würmer (*Nephelis*, *Ascaris*) zum Studium der stattfindenden Veränderungen besonders geeignet. Nach dem Eintritte des Zoosperms in das Plasma der Eizelle und dem Verluste des Fadens bildet sich um das zum Spermakerne werdende Samenkörperchen ein helles Centrum mit

Körnchenstrahlung (Sonnenfigur) (Fig. 126, *Sk*), die auch im Umkreis des hellen Eikernes auftreten kann. Beide Kerne nähern sich und treffen zusammen, die Strahlenfigur verschwindet, und es ist durch Verschmelzung beider der conjugirte Kern entstanden. Von besonderer Bedeutung ist der Nachweis, dass die chromatinhaltige Substanz beider Elemente einen wesentlichen Antheil an der Bildung des conjugirten Kernes nimmt, und dass sich bei der alsbald folgenden Theilung desselben in die Kerne der beiden ersten Furchungskugeln das Chromatin des männlichen und weiblichen Kernes an der Bildung der Schleifen gleichmässig betheiligt. Dieser Vorgang wirft ein gewisses Licht auf die Thatsache, dass trotz der enormen Grössendifferenz von Samen- und Eizelle von derselben doch die väterlichen und mütterlichen Eigenschaften in gleichem Ausmasse auf den Organismus des Kindes übertragen werden. Derselbe verschmilzt mit der Substanz des eingedrungenen (Fig. 127 und 128) Samenkörpers zur Bildung eines neuen Kernes, welcher als *conjugirter Kern* oder *Furchungskern* bezeichnet wird und sich alsbald in die beiden Kerne der ersten Furchungskugeln theilt. Auch die Theilung des conjugirten Eikernes vollzieht sich unter den für die Kerntheilung der Zelle so charakteristischen Erscheinungen des Auftretens der Kernspindel und der Strahlenfiguren oder Sonnen an beiden Polen derselben. Da wo die Befruchtung unbeschadet der Entwicklungsfähigkeit des Eies unterbleibt, dieses also spontan in den Furchungsprocess eintritt (Parthenogenese), scheint der „Eikern“ für sich bereits die Eigenschaft des ersten Furchungskernes zu besitzen.

Fig. 129.

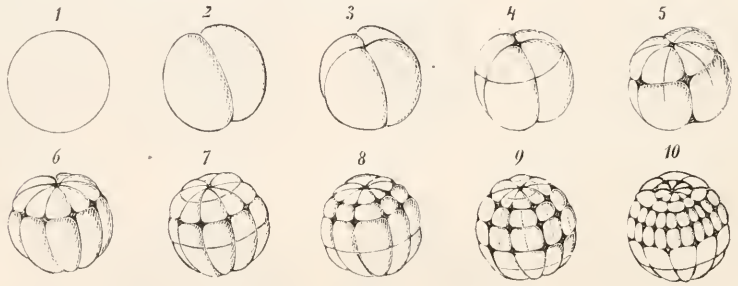


Entwicklung eines Seesterneies. *Asteracanthion berylinus*, nach Al. Agassiz. *1* Beginnende Furchung des an beiden Seiten abgeflachten Dotters, an einem Pole das Richtungsbläschen. *2* Zweitheilung. *3* Viertheilung, *4* Achttheilung, *5* Stadium mit 32 Kugeln, *6* späteres Stadium, *7* Blastosphaera mit beginnender Einstülpung, *8*, *9* die Einstülpung ist weiter vorgeschritten, die Oeffnung des gastralen Schlauches wird zum After.

Der als Furchungsprocess bekannte Vorgang betrifft entweder den gesammten Dotter, *totale Furchung*, oder gestaltet nur einen Theil des Dotters in Furchungskugeln und Embryonalzellen um, *partielle Furchung*. Die totale Dotter-

furchung vollzieht sich entweder gleichmässig (*Medusen, Echinodermen, Spongien*) und wird dann als gleichmässig totale oder *aequale* Furchung bezeichnet (Fig. 129), oder wird früher oder später ungleichmässig, indem sich zwei Gruppen von Furchungskugeln, kleinere mit vorwiegend protoplasmatischem und grössere mit mehr fettreichem Inhalt sondern. In diesem ungleich häufigeren Falle nennt man die Furchung eine *inaequale*. An den kleineren Kugeln schreitet der Process der Theilung viel rascher, an den grösseren und fettreicheren viel langsamer vor oder wird eventuell ganz unterbrochen. Als Beispiel der inaequalen Furchung, welche wiederum zahlreiche Abstufungen bieten kann, verdient die Entwicklung des Froscheies hervorgehoben zu werden, an welchem eine dunkel pigmentirte, an Protoplasma reichere von einer helleren, grössere Dotterkügelchen enthaltenden Hälfte unterschieden wird. (Fig. 130.) Jene ist im Wasser nach oben gewendet und kann deshalb als die obere bezeichnet werden. Der Pol derselben würde mit dem der unteren helleren Dotterhälfte durch die Haupt-

Fig. 130.



Inaequale Furchung des Eies vom Frosch, *Rana temporaria*, nach Ecker, in 10 aufeinanderfolgenden Stadien.

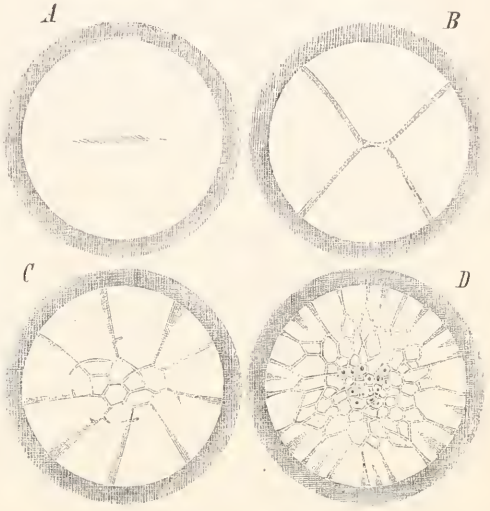
achse verbunden sein. Die beiden ersten Furchen des Eidotters fallen in Ebenen der Hauptachse und liegen in der Richtung zweier senkrecht sich kreuzenden Meridiane, erst die dritte (vierte) Furche ist eine aequatoriale, liegt aber dem oberen Pole näher und trennt eine kleinere obere von einer grösseren unteren Hälfte, an welcher die Furchung viel langsamer als an jener vorschreitet.

Bei der *partiellen* Furchung haben wir immer einen scharf ausgesprochenen Gegensatz von sich furchendem Bildungsdotter und von Nahrungsdotter, welcher letztere von der Furchung nicht betroffen wird. Man hat die partielle Furchung deshalb auch meroblastische, die totale holoblastische genannt. Indessen können auch bei totaler, insbesondere inaequaler Dotterklüftung Furchungskugeln zur Ernährung der Embryonalanlage dienen. Es besteht ja der Dotter jedes Eies aus einem zähen, eiweissreichen Protoplasma und einem fett- und körnchenreichen *Deutoplasma*. Das erstere ist seinem Ursprunge nach aus dem Protoplasma der primären Eizelle abzuleiten, während die fettreichen Dotterelemente erst secundär mit dem fortschreitenden Wachsthum des ersteren gebildet werden, zuweilen als Secretionsproducte besonderer Drüsen (Dotterstöcke, *Trematoden*) zur Vergrösserung des Dotters sogar in Form von Zellen

hinzutreten. Bei den Rippenquallen und anderen Coelenteraten sehen wir bereits in der ersten Furchungskugel die Bildungs- und Nahrungselemente des Dotters als centrale Endoplasma- und peripherische Exoplasmalage geschieden.

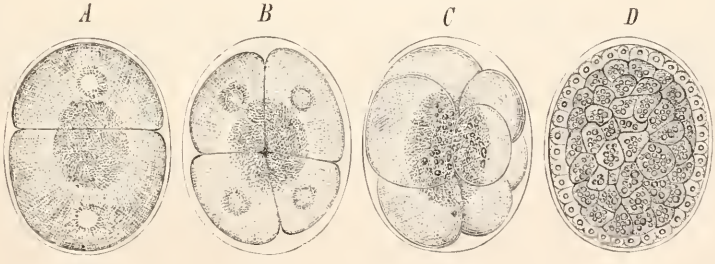
Bei den partiell sich furchenden Eiern liegt der Bildungsdotter gewöhnlich an einer Seite dem mächtigen, von der Furchung ausgeschlossenen Nahrungsdotter auf. Die Furchungszellen dieser *telolecithalen* Eier ordnen sich dem entsprechend in flacher Scheibenform (*Keimscheibe*) an, weshalb man diese Furchung auch *discoidale* genannt hat. (Ei der Vögel, Reptilien, Fische.) (Fig. 131.) In anderen Fällen hat jedoch der Nahrungsdotter eine centrale Lage. An solchen *centrolecithalen* Eiern vollzieht sich die Furchung als *superficiale* in der Peripherie, bald mehr aequal (z. B. *Palaemon*), bald inaequal (zahlreiche Ringelkrebse). Auch kann die anfangs von der Furchung freigebliebene centrale Dottermasse später eine Art Nachfurchung erfahren. (Fig. 132.) In wieder anderen Fällen hat der Nahrungsdotter bei Beginn der Furchung eine peripherische Lage, so dass der Theilungsvorgang im Innern des Eies beginnt.

Fig. 131.



Der Furchungsprocess am Bildungsdotter des Hühnereies in Flächenansicht, nach Coste. *A* Keimscheibe mit der ersten verticalen Furche, *B* dieselbe mit zwei sich kreuzenden Verticalfurchen, *C* und *D* weiter vorgeschrittene Stadien mit kleinen centralen Furchungssegmenten.

Fig. 132.



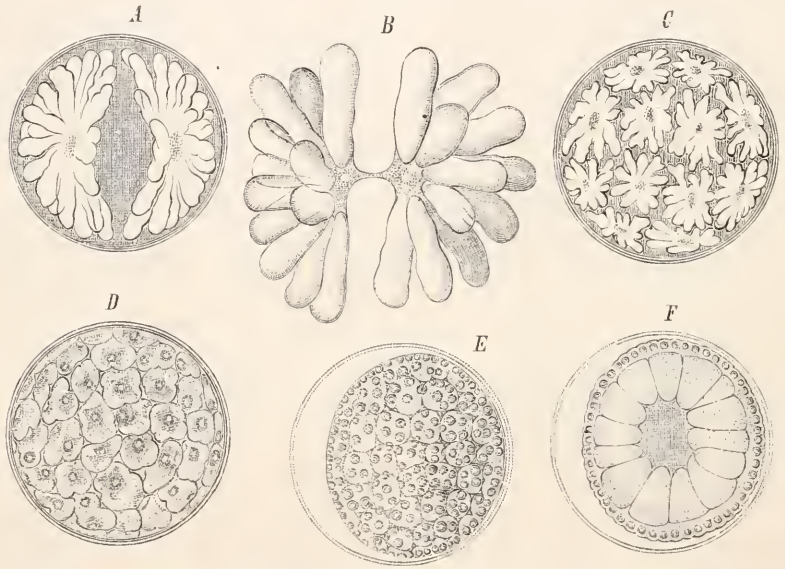
Inaequale Furchung des centrolecithalen Eies vom *Gammarus locusta*, zum Theil nach Ed. van Beneden, mit der centralen Dottermasse, die in dem späteren Stadium *(D)* eine Nachfurchung erfährt.

Indessen gelangen auch hier früher oder später, nachdem der Nahrungsdotter allmälig in den centralen Raum des Eies gerückt, die protoplasmatischen, kernhaltigen Furchungszellen an die Oberfläche. So besonders bei den Eiern der Spinnen (Fig. 133) und Insecten, wo sie, eine superficiale Furchung vortäuschend, eine peripherische Lage von Zellen darstellen. Die ersten Vorgänge

der Furchung entziehen sich bei diesen *ectolecithalen* Eiern, weil sie, von dem Nahrungsdotter verdeckt, im Innern des Eies zum Ablauf kommen, sehr häufig der Beobachtung, bis die Kerne mit dem sie umgebenden Protoplasma in die Peripherie rücken, während nunmehr der fettreiche, oft trübkörnige Nahrungsdotter die centrale Masse des Eies bildet (Insecten).

Ebenso mannigfaltig wie die Formen der Dotterklüftung erscheint die Lagerung der Furchungszellen. Häufig ordnen sich dieselben bei der aequalen und centralen Furchung in Form einer einschichtigen Keimblase (*Blastula*, *Blastosphaera*) an, welche als Hohlkugel nicht selten verflüssigte Elemente des

Fig. 133.



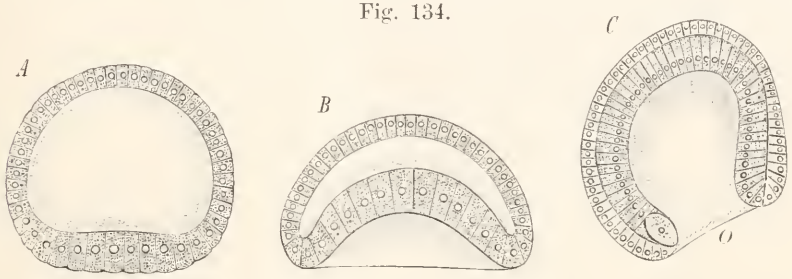
Furchungsstadien eines Spinneneies (*Philodromus limbatus*), nach Hub. Ludwig. *A* Ei mit zwei deutoplasmatischen Theilrosetten (Furchungskugeln), *B* die Theilrosetten mit ihren kernhaltigen Protoplasmacentren stärker vergrössert, *C* Ei mit einer grossen Zahl von Theilrosetten, *D* die Theilrosetten werden durch polyedrische Deutoplasmaportionen repräsentirt, von denen je eine einer über ihr gelegenen Blastodermzelle entspricht, *E* Stadium mit vollendeter Blastodermbildung, *F* optischer Querschnitt durch dasselbe. Die Deutoplasmaportionen innerhalb der Keimblase bilden einen geschlossenen Kugelmantel um den hellen Centralraum.

Nahrungsdotters umschliesst. Die Anordnung, welche die Zellen der Keimblase bieten, wiederholt die der Zellindividuen von Protozoencolonien (z. B. *Volvox*), mit welchen auch aus diesem Grunde die *Blastula* als einfachste Metazoenform phylogenetisch in Verbindung gebracht werden dürfte. In anderen Fällen sondern sich die Dotterzellen sogleich als zwei Schichten um einen flüssige Theile enthaltenden Centralraum, oder es liegen die Zellen als solide, keine Centralhöhle umschliessende Masse zusammengedrängt. In zahlreichen Fällen, vornehmlich wenn bei relativ reichlich vorhandenem Dotter (inaequale und discoidale Furchung) oder bei beständiger Nahrungszufuhr die Embryonalentwicklung einen auf längere Zeit ausgedehnten complicirten Verlauf nimmt, erscheint

die Anlage des Keimes als eine dem Dotter anfliegende Zellenscheibe, welche den Primitivtheil darstellt und sich frühzeitig in zwei Schichten oder Blätter sondert, den Dotter aber erst nachher umwächst.

Aus der Keimblase entwickelt sich die zweischichtige *Gastrulaform* sehr oft durch Invagination (embolische *Gastrula*), indem sich die eine (zuweilen schon durch grössere und körnchenreichere Zellen ausgezeichnete) Hälfte gegen die andere einstülpt und unter Verengerung der Einstülpungsöffnung (*Blastoporus*, Gastrulamund) zu der die Centralhöhle bekleidenden Entoderm-

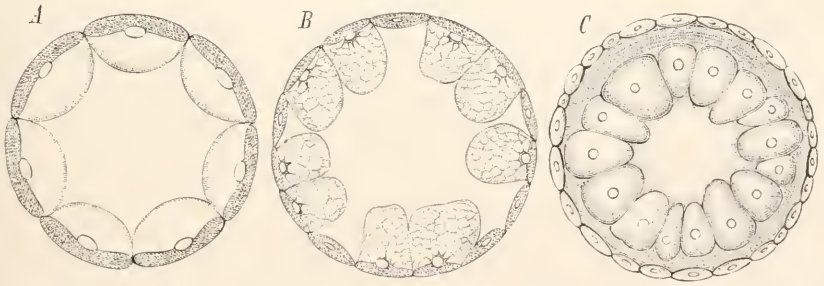
Fig. 134.



A Blastosphaera des *Amphioxus*, *B* dieselbe im Stadium der Einstülpung, *C* durch Invagination entstandene Gastrula, *O* Urmund derselben. (Nach B. Hatschek.)

schicht (*Hypoblast*) wird. Die äussere Zellenschicht repräsentirt das Ektoderm oder *Epiblast*. Diese sehr häufige Form der Gastrulabildung findet sich z. B. bei den Ascidien und unter den Vertebraten bei *Amphioxus*. (Fig. 134.) In anderen Fällen beobachten wir auch bei Eiern mit aequaler Furchung anstatt

Fig. 135.



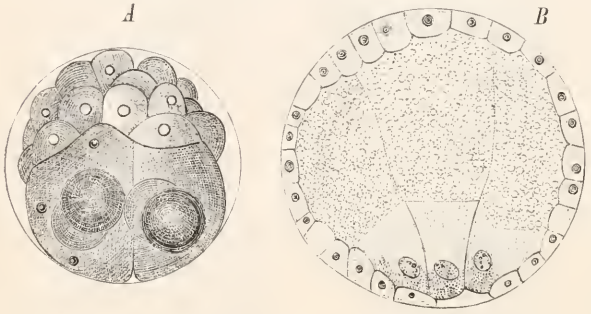
Durchschnitt durch Furchungsstadien des Eies von *Geryonia*, nach H. Fol. *A* An den die Furchungshöhle umschliessenden 32 Furchungszellen hebt sich ein äusseres feinkörniges Ektoplasma und ein inneres helles Endoplasma ab, *B* späteres Stadium, *C* Embryo nach der Delamination mit abgehobenem Ektoderm und grosszelligem, die Furchungshöhle umschliessendem Entoderm.

der Invagination eine polare Einwucherung von Zellen, welche die Keimblasenhöhle völlig füllen und sich, als Hypoblast anordnend, eine nach aussen durchbrechende Gastralhöhle gewinnen (*Aequorea*). Seltener und bislang nur bei einzelnen Hydroidquallen (*Geryonia*) nachgewiesen, erscheint die Entstehung der Gastrula durch Delamination oder concentrische Spaltung der Blastosphaerazellen in eine äussere und innere Lage. Der centrale Hohlraum geht dann aus der ursprünglichen Furchungshöhle hervor, während der Gastrulamund erst secundär zum Durchbruch gelangt. (Fig. 135.) Bei ausgeprägt inaequaler

Furchung kommt endlich die Gastrulabildung dadurch zu Stande, dass die frühzeitig gebildeten kleineren Epiblastzellen allmälig die viel umfangreicheren Hypoblastzellen überwachsen und sich als dünne Zellenschicht über dieselbe ausbreiten. (Fig. 126.) Man hat diesen Vorgang als Epibolie bezeichnet. Bei dieser Form der Gastrulabildung entsteht die Gastralhöhle ebenfalls in der Regel secundär, im Centrum der dichten Anhäufung von Hypoblastzellen. Zum Blastoporus aber wird die Stelle, an welcher die Umwachsung des Hypoblasts ihren Abschluss findet.

Nicht selten schreitet ein Theil der Embryonalanlage meist unter Betheiligung mesodermaler Zellen rascher vor und erscheint als streifenförmige Verdickung, welche bilateral symmetrisch die Bauch- oder Rückenseite des Leibes bezeichnet. Häufig kommt es jedoch nicht zur Bildung eines solchen *Keim-* oder *Primitivstreifens*, indem sich die Anlage des Embryos gleichmässig fortentwickelt. Früher legte man auf diesen Gegensatz grossen Werth und unterschied nach demselben eine *Evolutio ex una parte* und eine *Evolutio ex omnibus partibus*. Indessen sind beide Formen der Entwicklung weder scharf abzugrenzen, noch haben sie die ihnen früher als Gegensatz zugeschriebene Bedeutung, da sie von der Menge des Dottermaterials abhängen und sich in dieser Hinsicht selbst nahe Verwandte verschieden verhalten können. Eine allseitige und mehr gleichmässige Entwicklung des Embryonalleibes, der im Falle einer fehlenden Dottermembran überhaupt nicht von einer Hülle umschlossen zu sein braucht, finden wir bei den *Coelenteraten* und *Echinodermen*, sodann bei niederen *Würmern* und *Mollusken*, aber auch bei manchen *Gliederthieren* (*Anneliden* und *Arthropoden*) und *Vertebraten* (*Amphioxus*). Bei den letzteren wird jedoch die Bildung des Keimstreifens, welche mit der Anlage des Nervensystems in innigem Zusammenhange steht, später nachgeholt und vollzieht sich im Verlaufe der postembryonalen Entwicklung am Körper der frei schwimmenden, selbstständig sich ernährenden Jugendform. Ganz ähnlich verhalten sich viele Polychaeten und Arthropoden (*Branchipus*), welche den Keimstreifen während des fortschreitenden Wachsthums erst als Larven ausbilden.

Fig. 136.



A Ein Stadium des inaequal sich furchenden Eies von *Bonellia*, *B* epibolische Gastrula derselben, nach Spengel.

Da, wo ein Keimstreifen gebildet wird, erhält der Embryo erst durch die Umwachsung des Dotters allmälig seine volle Begrenzung unter Vorgängen, mit welchen die vollständige Aufnahme des Dotters in den Leibesraum (*Frosch*, *Insect*) oder auch die Entstehung eines Dottersackes verbunden ist (*Cephalo-*

poden, Haie, Vögel, Säugethiere), der die Dotterreste nach und nach in den Körper des Embryo überführt. Die allmälig fortschreitende Organisirung des letzteren bis zu seinem Austritte aus den Eihüllen nimmt jedoch in den einzelnen Thiergruppen einen ausserordentlich mannigfachen Verlauf, für den sich kaum allgemeine Gesichtspunkte als überall massgebend ableiten lassen.

Man wird hier als in erster Linie bedeutungsvoll hervorheben, dass in der Anlage des Keimes zwei Zellenlagen zur Sonderung kommen: ein das äussere Integument bildendes Ektoderm (Epiblast) oder Hautblatt und ein Entoderm (Hypoblast) oder Darmdrüsenblatt, welches die Auskleidung der verdauenden Cavität, beziehungsweise des Mitteldarmes und seiner Anhangsdrüsen liefert. Schon Carl Ernst v. Baer erkannte die Bedeutung dieser Zellenlagen für den Aufbau des Vertebratenleibes und bezeichnete beide Keimblätter als die „Primitivorgane". Zwischen der äusseren und inneren Zellenlage bilden sich bei den Bilateralthieren intermediäre Zellenschichten, die als Mesoderm oder mittleres Keimblatt bezeichnet werden, wenn sie sich ihrer Anlage nach auf vom Urdarme abgelöste, selbstständig gewordene Faltungen zurückführen lassen, während man isolirte, aus beiden Blättern herausgetretene Zellen und Zellengruppen als „Mesenchymbildungen" unterscheidet. Aus den mesodermalen Zellenstraten entstehen das Muskelsystem und das bindegewebige Skelet, ferner die körperlichen Elemente der Lymphe und des Blutes, sowie die Wandungen des Gefässsystems, während die Leibeshöhle entweder einem zwischen Ektoderm und Entoderm zurückgebliebenen Raume (primäre Leibeshöhle) entspricht oder secundär (secundäre Leibeshöhle), sei es durch Spaltung der Zellenlagen des Mesoderms (*Coelom*), sei es durch Divertikel, von der Darmanlage aus (enterocoele Leibeshöhle) entstanden ist. Das Nervensystem und die Sinnesorgane nehmen wahrscheinlich allgemein ihren Ursprung aus dem oberen Blatt, sehr häufig vorbereitet durch eine grubenförmige oder rinnenartige Einsenkung mit nachfolgender Abhebung; dahingegen bilden sich die Harn- und Geschlechtsdrüsen bei den Coelenteraten sowohl aus dem äusseren als inneren, bei den Bilateralthieren aus dem mesodermalen Blatte. Demgemäss entstehen im Allgemeinen zuerst die Haut- und Darmanlagen, auf welche sogar viele Embryonen beschränkt sind, wenn sie, als sogenannte *Planula-* oder *Gastrulaformen* mit einer zweischichtigen Zellwandung und einem inneren Gastralraum versehen, die Eihüllen verlassen. Dann folgt die Sonderung des Nervensystems und der Muskulatur — zuweilen zugleich mit oder auch nach der Skeletanlage — vornehmlich da, wo es zuvor zur Bildung eines Primitivstreifens kam. Erst später differenziren sich die Harnorgane und verschiedenen Drüsen, sowie die Blutgefässe und Athmungsorgane. Indessen werden die ersten Jugendzustände, sowohl hinsichtlich der Körperform und Grösse, als der gesammten Organisation in sehr ungleichen Verhältnissen der Ausbildung im Vergleich zu den ausgewachsenen fortpflanzungsfähigen Lebensformen geboren.

Höchst bemerkenswerth erscheint die Thatsache, dass in verschiedenen Thierkreisen der auf die beiden Zellenlagen beschränkte, mit centraler Höhlung

versehene Embryo als frei bewegliche, zu selbstständigem Leben befähigte Jugendform hervortritt. Es lag daher nahe, zumal schon vor langer Zeit Th. Huxley[1]) die beiden Grundmembranen des Medusenleibes (von Allman später als *Ektoderm* und *Entoderm* bezeichnet) mit dem äusseren (Hautsinnesblatt) und inneren (Darmdrüsenblatt) Blatte des Vertebratenkeimes verglichen hatte, von dem ähnlichen, durch den Furchungsprocess des Dotters eingeleiteten Bildungsvorgange übereinstimmender Larven von entfernt stehenden Thiertypen auf den gleichen phylogenetischen Ursprung zurückzuschliessen und functionell übereinstimmende Organe verschiedener Typen ihrer Entstehung nach auf eine übereinstimmende Uranlage zurückzuführen. Zuerst war es A. Kowalevsky[2]), welcher dieser Auffassung durch die Ergebnisse seiner zahlreichen Untersuchungen über Entwicklungsgeschichte niederer Thiere Grund und Boden gab, indem er nicht nur das Vorkommen zweischichtiger Larven für *Coelenteraten*, *Echinodermen*, *Würmer*, *Ascidien* und unter den Vertebraten für *Amphioxus* nachwies, sondern auch auf Grund der grossen Uebereinstimmung in den weiteren Entwicklungsvorgängen der *Ascidien-* und *Amphioxuslarve*, sowie in der Entstehungsweise gleichwerthiger Organe am Embryo von Würmern, Insecten und Vertebraten gegen die bis dahin herrschende, an Cuvier's Typusbegriff anschliessende Meinung auftrat, dass die Organe verschiedener Typen nicht einander homolog sein könnten. Indem Kowalewsky[3]) aus den Ergebnissen seiner entwicklungsgeschichtlichen Arbeiten den Schluss zog, dass das Sinnesblatt und die Embryonalhäute bei Insecten und Vertebraten homolog sind, dass die Keimblätter von *Amphioxus* und der Vertebraten denen der Mollusken (Tunicaten), beziehungsweise Würmer entsprechen, gab er in Uebereinstimmung mit der längst anerkannten Thatsache, dass auch anatomische Zwischenformen und Verbindungsglieder verschiedener Thierkreise oder Typen bestehen, und dass diese letzteren nicht etwa in sich abgeschlossene Pläne der Organisation, sondern nur die höchsten Abtheilungen im Systeme repräsentiren, im Grunde nur den Anforderungen der Descendenzlehre einen entwicklungsgeschichtlichen Ausdruck. In der That war es ein vollkommen richtiger Schluss, dass Kowalevsky die Homologie der Keimblätter in verschiedenen Typen als wissenschaftliche Basis der vergleichenden Anatomie und Embryologie betrachtete und als Ausgangspunkt für das Verständniss der Verwandtschaft der Typen erkannte, für die wir bei den Wirbelthieren auf jedem Schritte Beweise finden.

Wenn aber für Kowalevsky die eigenen umfassenden embryologischen Erfahrungen Anlass zu vorsichtigem Rückhalt gaben, traten andere zu kühner

[1]) Th. Huxley, On the anatomy and affinities of the family of Medusae. Philosophical Transactions. London, 1849.

[2]) Vergl. A. Kowalevsky's verschiedene Aufsätze in den Mémoires de l'Acad. de St.-Pétersbourg über *Rippenquallen*, *Phoronis*, *Holothurien*, *Ascidien* und *Amphioxus*, 1866 und 1867.

[3]) A. Kowalevsky, Embryologische Studien an Würmern und Arthropoden. St.-Pétersbourg, 1871, pag. 58—60.

Generalisirung angelegte Forscher sogleich mit fertigen Theorien hervor, in denen sie die Resultate embryologischer Forschungen im Anschluss an die Descendenzlehre verwertheten. Unter diesen ist E. Haeckel's Gastraeatheorie hervorzuheben, welche keinen geringeren Anspruch erhebt, „als an Stelle der bisherigen Classification auf der Basis der Phylogenie ein neues System zu setzen, dessen oberstes Classificationsprincip die Homologie der Keimblätter und des Urdarms und demnächst die Differenzirung der Kreuzachse (bilaterale und radiäre Bauart) und des Coeloms ist". E. Haeckel bezeichnete die zum Ausgang benutzte Larvenform als *Gastrula* und glaubte in derselben das in der individuellen Entwicklung erhaltene Abbild einer gemeinsamen Urform zu erkennen, *auf welches sämmtliche Metazoen ihrer Abstammung nach zurückzuführen seien.* Für die hypothetische Stammform, die schon in früherer Primordialzeit während der laurentischen Periode gelebt haben soll, führte er den Namen *Gastraea* ein, während er die urweltliche Gruppe der in vielen Gattungen und Arten während jenes Zeitraumes verbreiteten Gastraeaformen *Gastraeaden* nannte [1]). Aus dieser Supposition wurde dann für sämmtliche Metazoen die Homologie des äusseren und inneren Keimblattes gefolgert, jenes auf das Ektoderm, dieses auf das Entoderm der hypothetischen Gastraea zurückgeführt, dagegen für das mittlere Keimblatt, welches sich erst secundär zwischen den beiden *primären* Blättern und aus einem derselben oder aus beiden entwickelt haben sollte, eine nur incomplete Homologie beansprucht. Die neue Lehre, welche im Grossen und Ganzen eine Generalisirung der Baer-Remak'schen Keimblätterlehre (übertragen von den Vertebraten auf das gesammte Gebiet der Metazoen) ist, konnte jedoch nicht zu einem tiefer begründeten Verständniss der Unterschiede in der Organisation der Thierkreise führen, und es war ein misslungener Versuch, die divergente Entwicklung derselben von dem gemeinsamen Ausgangspunkt der hypothetischen Gastraeaden aus dem Gegensatze bilateraler und radiärer Bauart (*Protascus — Prothelmis*) oder des Vorhandenseins, beziehungsweise Mangels einer Leibeshöhle (*Coelomaten — Acoelomier*) erklären zu wollen. Diese zur Begründung der Gastraeatheorie versuchte Ableitung ist denn auch seither als ein unhaltbarer Versuch von keiner Seite mehr aufrecht erhalten worden, und es ist das, was man jetzt unter Gastraealehre versteht, von der ursprünglichen Theorie durchaus verschieden, indem man dieselbe jetzt auf die Homologie der beiden Keimblätter beschränkt. Die Lehre vermochte daher die seitherige Classification nicht wesentlich zu verändern, geschweige denn durch eine andere, neue zu ersetzen.

Mit grösserem Rechte wird für die Ableitung der Metazoen von den Protozoen die Blastula [2]) (Blastosphaera) herangezogen, die geradezu als nothwendiges Bindeglied zwischen Protozoen und Metazoen erscheint, während von

[1]) E. Haeckel, Gastraeatheorie. Jen. nat. Zeitschrift. 1874.

[2]) Vergl. C. Claus, Cuvier's Typenlehre und Haeckel's sogenannte Gastraeatheorie. Wien, 1874.

dieser aus die zweischichtige Form auf sehr verschiedenem Wege ursprünglich entstanden sein kann. Erkannten wir die erste Arbeitstheilung, welche das Zellenmaterial eines vielzelligen Organismus erfährt, in der Sonderung von Fortpflanzungszellen (Geschlechtszellen und Körperzellen), so erscheint es durchaus nicht selbstverständlich und noch weniger durch die bisher bekannt gewordenen ontogenetischen Erfahrungen bewiesen, dass sich auf höheren Entwicklungsstufen sogleich eine zusammenhängende Zellenlage auf dem Wege der Invagination hervorbildet und eine ausschliessliche Beziehung zur Ernährung und Verdauung gewinnt, dass sich somit zuerst eine Invaginationsgastrula entwickeln musste, welche freilich den Bedingungen der für den freibeweglichen Organismus bei verstärkter Grössenzunahme nothwendig werdenden Flächenvermehrung am einfachsten und besten entspricht. Es konnten ebenso gut vereinzelte Zellen [1]) in den Hohlkörper eintreten und mit oberflächlichen Zellen verbunden oder auch für sich mittelst amoeboiden Fressens die Ernährung besorgen und die Arbeitstheilung zwischen inneren Nährzellen und oberflächlichen Bewegungszellen begründen. In der That verhalten sich in dieser Weise die jüngsten, dem Gastrulastadium vorausgehenden Larvenformen vieler Spongien (*Halisarca*, *Ascetta*) und Hydroidmedusen. Erst später bildet sich eine zusammenhängende entodermale Zellenlage nebst Blastoporus oder Gastrulamund, während die isolirt eingewanderten Zellen theilweise oder sämmtlich zu neuen besonderen Functionen Verwendung finden. Hiermit würde auch die durch andere ontogenetische Befunde erwiesene Thatsache Verständniss gewinnen, dass Entoderm und Mesoderm (Mesoblast) genetisch in unmittelbarer Beziehung stehen, da das Mesoderm gerade bei niederen Thieren so häufig als Theil des Entoderms zur Sonderung gelangt oder doch aus demselben seinen Ursprung nimmt. Auch andere Verhältnisse, wie z. B. die ungleiche Bedeutung des Blastoporus, welcher in vielen Fällen zur Afteröffnung, in anderen zur Pharyngealöffnung wird, stehen der Deutung der Gastrula als eines phyletisch überall gleichwerthigen Formzustandes entgegen.

Besonders aber sind es die grossen Verschiedenheiten in der Bildung des Mesoderms, durch welche eine einheitliche Auffassung der Entwicklungsvorgänge aller Metazoentypen zur Zeit nicht durchführbar erscheint. Auch nach dieser Seite hin wurden in neuerer Zeit von Forschern, welche die Frage des zweiblätterigen Keimzustandes für erledigt halten konnten, der Versuch gemacht, die Verschiedenheit der complicirten, von der Gastraea aus sich entwickelnden Organisation zu erklären (*Coelomtheorie*) [2]). Dieselben wollen den Ursprung des mesodermalen Zellenmaterials auf zwei ganz verschiedene Bildungen zurückführen und hiernach die Metazoentypen unter Ausschluss der zweiblätterigen

[1]) E. Metschnikoff, Vergleichend-embryologische Studien. Ueber die Gastrula einiger Metazoen. Zeitschr. für wiss. Zoologie, Tom. XXXVII, 1880.

[2]) O. Hertwig und R. Hertwig, Die Coelomtheorie, Versuch einer Erklärung des mittleren Keimblattes, Jena, 1881.

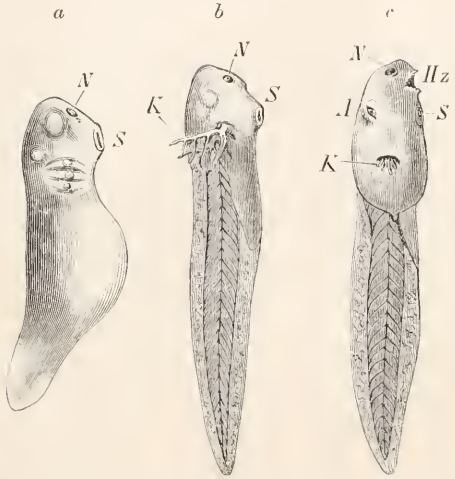
Coelenteraten in zwei Reihen gruppiren. Nur in der einen Reihe (der *Enterocoelier*) handle es sich um ein wahres mittleres Keimblatt, welches als *Mesoblast* zwischen den beiden primären epithelialen Blättern, dem *Ektoblast* und *Entoblast*, durch Faltung des letzteren als Epithellamelle seinen Ursprung nehme. In der anderen Reihe (der *Pseudocoelier*) lassen sie das mesodermale Zellenmaterial nicht als Keimblatt gelten, sondern unterscheiden dasselbe als *Mesenchym*, welches auf isolirt eingewanderte Zellen zurückzuführen sei und in Verbindung mit dem Ergusse eines gallertig flüssigen Secretes die Füllung zwischen beiden Keimblättern darstelle. Unstreitig ist es nun sehr verdienstlich, diesen Unterschied betont und für die zweite Form der Mesodermbildung die zweckmässige Bezeichnung Mesenchym eingeführt zu haben; zu einem Fortschritt aber in dem Verständniss der genetischen Beziehungen der Metazoentypen hat die Lehre nicht geführt. Denn weder ist ein fundamentaler Unterschied zwischen den Zellen, welche untereinander verbunden in epithelartiger Anordnung zwischen die Keimblätter gelangen, und solchen, welche für sich vereinzelt aus dem Verbande austreten und in die primäre Leibeshöhle einwandern, constatirbar, noch ist der Ursprung des Mesenchyms, welches zu der verschiedensten Zeit noch vor der Entoblastbildung, dann später aus Ektoblast und Entoblast und sogar aus dem Mesoblast (Vertebraten) sich entwickeln kann, ein einheitlicher. In ersterer Hinsicht können nahe Verwandte sich verschieden verhalten, indem z. B. die Ctenophoren ein mesodermales Blatt besitzen, die Acalephen und Polypen Mesenchymbildungen entwickeln. Andererseits umfasst das Mesenchym die verschiedenartigsten, untereinander ungleichwerthigen Bildungen. Ferner ist es eine reine Voraussetzung, die Entstehung des Mesoblasts aus Falten des Entoblasts als die primäre zu betrachten, zumal gerade bei den niedersten Typen Mesenchymkeime noch vor der Differenzirung eines Entoblasts im Blastulastadium einwandern und sich ein Entoblast aus Mesenchymkeimen bilden kann. Auch sind die Mollusken, welche neben den Bryozoen, Rotiferen und Platyhelminthen als Pseudocoelier betrachtet werden, in Wahrheit mit dem gleichen Rechte wie die Chaetopoden Enterocoelier; im Grunde bleiben nur die parenchymatösen Platyhelminthen, welche schon E. Haeckel als *Acoelomier* allen übrigen Typen entgegenstellte, als Pseudocoelier übrig. Das Verständniss der Verwandtschaft zwischen den Metazoentypen erscheint daher durch die sogenannte *Coelomtheorie* nicht erheblich gefördert.

Directe Entwicklung und Metamorphose.

Die embryonale Entwicklung wird im Allgemeinen eine um so grössere Complication bieten und um so grössere Zeit für sich in Anspruch nehmen, je mannigfaltiger und höher die Organisation ist, welche der Embryo zu erreichen hat. Demgemäss werden die höheren Thierformen eine viel complicirtere Embryonalentwicklung von weit längerer Zeitdauer als die niederen zu durchlaufen haben, besonders dann, wenn das aus dem Ei ausschlüpfende Junge im

Wesentlichen schon die Organisationsstufe der Geschlechtsform erreicht hat und, von der geringeren Körpergrösse abgesehen, mit jenem übereinstimmend gestaltet ist. In diesem Falle beschränkt sich die *postembryonale* Entwicklung im freien Leben auf ein einfaches Fortwachsen und auf die Ausbildung der anfangs noch unreifen Geschlechtsorgane. Nimmt dagegen das Embryonalleben im Verhältniss zur Höhe der Organisation einen relativ raschen und einfachen Verlauf, wird mit anderen Worten der Embryo frühzeitig und auf einer niederen Organisationsstufe geboren, so wird sich wiederum die freie Entwicklung viel complicirter gestalten und neben der Grössenzunahme mannigfache Vorgänge von Umbildung und Formveränderung darbieten. Das neugeborne Junge erscheint dann dem ausgewachsenen Thiere gegenüber als *Larve* und wächst allmälig und keineswegs direct und gleichmässig, sondern im Anschluss an die Bedürfnisse einer selbstständigen Ernährung und Vertheidigung, eventuell unter anderen Lebensbedingungen an einem ganz verschiedenen Aufenthaltsort und daher unter „provisorischen" Einrichtungen zu der Form des Geschlechtsthieres aus. Man nennt diese Form postembryonaler Entwicklung *Metamorphose*.

Fig. 137.



Larvenzustände des Frosches, nach Ecker. *a* Embryo einige Zeit vor dem Ausschlüpfen mit warzenförmigen Kiemenvorsprüngen auf den Visceralbögen, *b* Larve einige Zeit nach dem Ausschlüpfen, mit Kiemenbäumchen, *c* ältere Larve mit Hornschnabel und kleiner Kiemenspalte unter dem häutigen Kiemendeckel, mit inneren Kiemen. *N* Nasengrube, *S* Sauggrube, *K* Kiemen, *A* Auge, *Hz* Hornzähne.

Bekannte Beispiele von Metamorphose liefert die Entwicklungsgeschichte der Amphibien und Insecten. Aus den Eiern der Frösche und Kröten (Fig. 137) schlüpfen geschwänzte, extremitätenlose Larven, die sogenannten Kaulquappen aus. Dieselben erinnern durch ihren comprimirten Ruderschwanz und die Kiemenathmung an die Fische und besitzen in zwei kleinen kehlständigen Sauggruben Haftorgane, um sich an Pflanzentheilen vor Anker zu legen. Die Mundöffnung besitzt als Bekleidung eine Hornscheide, der spiralig aufgerollte Darmcanal ist auffallend lang, das Herz einfach, und die Gefässbogen verhalten sich denen der Fische ähnlich. Nachdem mit fortschreitendem Wachsthum die äusseren Kiemenbäumchen rückgebildet und durch neue, von einer Hautduplicatur überwachsene Kiemenblättchen ersetzt worden sind, auch der Hautsaum des Schwanzes eine bedeutendere Höhe erlangt hat, wachsen zunächst die hinteren Gliedmassen hervor, während die vorderen, wenngleich keineswegs später angelegt, noch längere Zeit unter der Körperhaut versteckt bleiben und erst später nach aussen durchbrechen. Inzwischen haben sich auch die Lungen

als Anhänge des Vorderdarmes entwickelt und als Athmungsorgane die Kiemen verdrängt, die Duplicität des Herzens und Kreislaufs ist zur Ausbildung gelangt und der Hornschnabel abgeworfen. Schliesslich bleibt noch die durch Schrumpfung vorbereitete Rückbildung des Schwanzanhanges übrig, um aus der wasserlebenden Kaulquappe die zum Landleben befähigte Frosch- oder Krötenform hervorgehen zu lassen. (Fig. 138.)

Für die allerdings durch Uebergänge verbundenen, bei schärferer Ausprägung aber bestimmt gegenüberstehenden Entwicklungsformen der *Metamorphose* und der *directen Entwicklung* erscheint in erster Linie die Quantität des dem Embryo zu Gebote stehenden Bildungs- und Nahrungsmateriales im

Fig. 138.

Spätere Entwicklungsstadien des Krötenfrosches (*Pelobates fuscus*). *a* Larve noch ohne Extremitäten mit hohem Flossenkamm, *b* ältere Larve mit hinteren Gliedmassen, *c* geschwänzte Larve mit beiden Gliedmassenpaaren, *d* junger Krötenfrosch mit Schwanzstummel, *e* derselbe nach Verlust des Stummels.

Verhältniss zur Grösse des ausgewachsenen Thierleibes von Bedeutung (R. Leuckart). Die Thiere mit *directer Entwicklung* bedürfen — und zwar im Allgemeinen proportional der Höhe ihrer Organisationsstufe und Körpergrösse — einer reicheren Ausstattung des Eies mit Nahrungsdotter oder besonderer accessorischer Ernährungsquellen für den sich entwickelnden Embryo, sie entstehen daher entweder aus relativ sehr grossen Eiern (*Vögel*) oder bilden sich in inniger Verbindung mit dem mütterlichen Körper unter fortwährender Zufuhr von Nahrungsstoffen aus (*Säugethiere*). Die Thiere dagegen, welche sich mittelst *Metamorphose* entwickeln, entstehen durchwegs in relativ kleinen Eiern und erwerben nach der Geburt selbstständig durch eigene Thätigkeit das ihnen im Eileben gewissermassen vorenthaltene, für ihre weitere Entwicklung

nothwendige Material. Die Mutterthiere jener bringen unter sonst gleichen Verhältnissen, unter Voraussetzung einer gleichen Productivität, das heisst Erübrigung einer im Verhältnisse zum Körpergewicht bestimmten Menge von Bildungsmaterial, eine nur geringe, die Mutterthiere dieser aus der gleichen zur Fortpflanzung verwendbaren Menge von Zeugungsmaterial eine grosse Zahl von Nachkommen hervor; die Metamorphose erscheint daher als eine Entwicklungsform, welche die Grösse der Fruchtbarkeit, das heisst die Zahl der aus einer gegebenen Bildungsmasse erzeugten Nachkommen, beträchtlich erhöht, und hat demgemäss auch im Haushalt unter den mannigfachen Wechselbeziehungen des Naturlebens eine grosse physiologische Bedeutung.

Man hat in früherer Zeit die indirecte, unter Vorgängen mannigfacher Reductionen und Neubildungen sich vollziehende Entwicklung oder „Metamorphose", indem man als Zweck derselben die Erhöhung der Fruchtbarkeit betrachtete, aus dem Bedürfniss von Schutz- und Ernährungseinrichtungen der frühzeitig in's freie Leben getretenen, einfach und unvollständig organisirten Jugendform mehr teleologisch zu erklären versucht (R. Leuckart). Mit dem Nachweise solcher Wechselbeziehungen wie zwischen den besonderen Larvenorganen und der eigenthümlichen Ernährungsweise und Schutzmittel ist nun zwar ein wichtiger Factor zum Verständniss der besonderen Einrichtungen, aber ebenso zweifellos noch keine Erklärung derselben gegeben. Einer Erklärung treten wir erst mit Hilfe der Principien des Darwinismus und der Descendenzlehre näher, nach welcher Form und Bau der Larven mit der Stammesentwicklung (*Phylogenie*) in Beziehung zu setzen und in der Weise aus Formzuständen jener abzuleiten sind, dass die jüngeren Larvenzustände primitiven, die vorgeschritteneren dagegen später aufgetretenen und höher organisirten Thierformen entsprechen würden. In diesem Sinne erscheinen die Entwicklungsvorgänge des Individuums als eine mehr oder minder vollständige Recapitulation der Entwicklungsgeschichte der Art, freilich mit mannigfachen, im Kampfe um's Dasein durch Anpassung entstandenen Veränderungen und erst secundär erworbenen Eigenthümlichkeiten (Fritz Müller's[1]), übrigens schon von älteren Anatomen, wie Fr. Meckel, behaupteter Fundamentalsatz, von E. Haeckel als *biogenetisches Grundgesetz* bezeichnet). Die Urgeschichte der Art wird demgemäss in der Entwicklungsgeschichte des Individuums um so vollständiger erhalten sein, je länger die Reihe der Jugendzustände ist, welche sie gleichmässigen Schrittes durchläuft; sie wird um so treuer erhalten sein, je weniger die Eigenthümlichkeiten der Jugendzustände als selbstständig erworben, beziehungsweise als aus späteren in frühere Lebensabschnitte zurückverlegt sich herausstellen. Indessen gibt es zahlreiche Larvenformen, die selbst erst secundär durch Anpassung zu erklären sind (fast alle Insectenlarven), und auch unter den Larven der Crustaceen, die oft eine grosse Reihe von Verwandlungen erfahren, sind nur wenige, wie das Mysisstadium der Makruren, von unmittelbar

[1]) Fritz Müller, Für Darwin. Leipzig, 1863, pag. 75—81.

phyletischem Werthe. Die jüngeren dieser Larven, wie die *Zoëa* der Decapoden und der für Entomostraken und Malakostraken gleich bedeutungsvolle *Nauplius* weisen keineswegs, wie man früher glaubte, auf uralte Stammgruppen der Zoëopoden und Naupliaden hin, sondern tragen unverkennbare Spuren secundärer, durch Anpassung erworbener und in die Jugendform zurückverlegter Merkmale. Dagegen scheint die bei den Anneliden und Mollusken verbreitete Lovén'sche Larve (*Trochophora* oder *Trochosphaera*) einen hohen phyletischen Werth zu besitzen und auf gemeinsame Stammformen dieser Kreise hinzuweisen.

Die Metamorphose ist daher eine mit der phyletischen Entwicklung innig verknüpfte Erscheinung und offenbar die primäre Form der Entwicklung.

Die in der Entwicklungsgeschichte erhaltene geschichtliche Urkunde wird nun aber durch Vereinfachung und Abkürzung der freien Entwicklung allmälig verwischt, indem die aufeinanderfolgenden Phasen der Umgestaltung allmälig mehr und mehr in das Leben des Embryos zurückgedrängt werden und unter dem Schutze der Eihüllen auf Kosten eines reichlicher abgeschiedenen Nährmaterials (secundärer Dotter, Eiweiss, Ernährung mittelst Placenta) rascher und in abgekürzter Form zum Ablauf kommen (*Garneelen*, *Flusskrebs*, *Säugethiere*). Bei den Thieren mit directer Entwicklung ist demnach die complicirte Entwicklung innerhalb der Eihüllen eine zusammengezogene und vereinfachte Metamorphose und also die sogenannte directe Entwicklung der Metamorphose gegenüber eine *secundäre* Entwicklungsform.

Generationswechsel, Polymorphismus, Heterogonie und Dissogonie.

Sowohl bei der directen als indirecten Entwicklung mittelst Metamorphose kommen die aufeinanderfolgenden Formzustände in der Lebensgeschichte desselben Individuums zum Ablauf. Es gibt aber auch Formen der freien Entwicklung, bei welcher das Individuum nur einen Theil der Umgestaltungen durchläuft, während die von ihm erzeugten Nachkommen den andern Theil derselben zur Erscheinung bringen. Dann wird der Lebenscyclus der Art durch zwei oder mehrere Generationen repräsentirt, welche bei verschiedener Gestaltung und Organisation unter abweichenden Lebensbedingungen sich ernähren und in verschiedener Weise fortpflanzen.

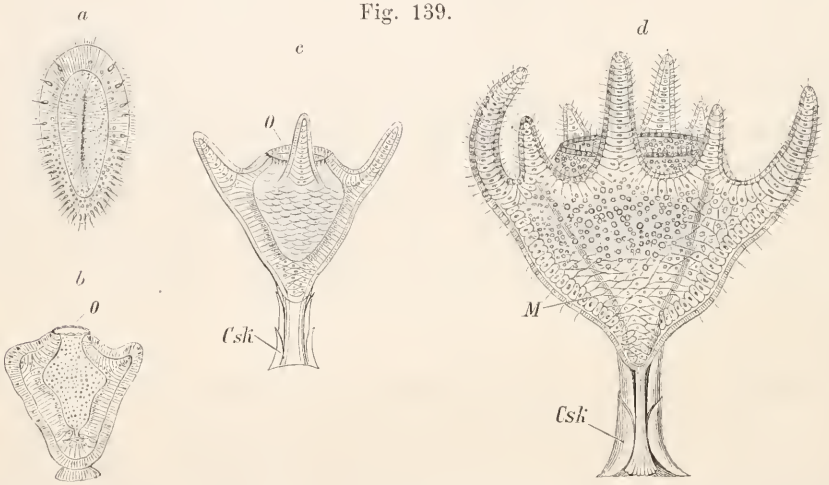
Eine solche Entwicklungsform ist der *Generationswechsel* (*Metagenese*), der gesetzmässige Wechsel einer geschlechtlich ausgebildeten Generation mit einer oder mehreren ungeschlechtlich sich fortpflanzenden Generationen. Vom Dichter Chamisso[1]) an den Salpen entdeckt, jedoch länger als zwei Decennien unbeachtet geblieben, wurde der Generationswechsel von J. Steenstrup[2])

[1]) Adalbert de Chamisso. De animalibus quibusdam e classe vermium Linnaeana in circumnavigatione terrae auspicante comite N. Romanzoff duce Ottone de Kotzebue annis 1815, 1816, 1817, 1818 peracta. Fasc. I. De salpa. Berolini, 1819.

[2]) Joh. Jap. Sm. Steenstrup. Ueber den Generationswechsel etc., übersetzt von C. H. Lorenzen. Kopenhagen, 1842.

wieder entdeckt und an der Fortpflanzung einer Reihe von Thieren (*Medusen*, *Trematoden*) als ein Entwicklungsgesetz erörtert. Das Wesen derselben beruht darauf, dass die Geschlechtsthiere Nachkommen erzeugen, welche von ihren Eltern zeitlebens verschieden bleiben, jedoch fortpflanzungsfähig sind, und zwar auf ungeschlechtlichem Wege als „*Ammen*“ eine Brut hervorbringen, die entweder zur Organisation und Lebensweise der Geschlechtsthiere zurückkehrt, oder sich abermals ungeschlechtlich vermehrt und erst in ihren Nachkommen zu den Geschlechtsthieren zurückführt. Im letzteren Falle nennt man die erste Generation der *Ammen* die „*Grossammen*“ und die von ihnen erzeugte zweite Ammengeneration „*Ammen*“; das Leben der Art wird dann durch die Entwicklung von drei verschiedenen, aus einander hervorgehenden Generationen

Fig. 139.



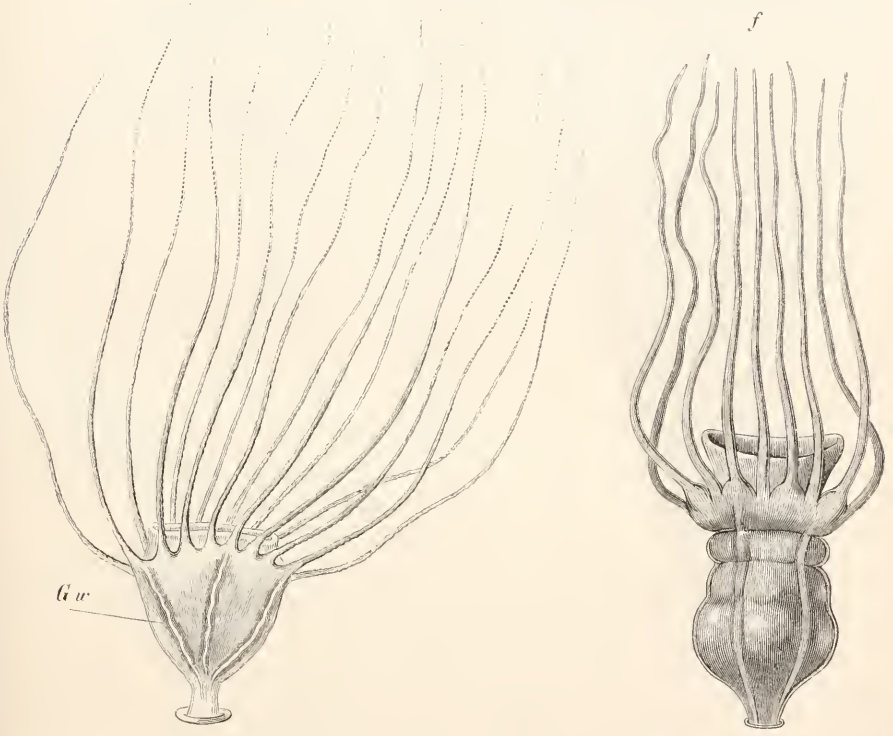
Entwicklung der Planula von *Chrysaora* bis zur achtarmigen Scyphistomaform. *a* Zweischichtige Planula mit der engen Gastralspalte. — *b* Dieselbe nach ihrer Festheftung mit neugebildeter Mundöffnung (*o*) im Stadium der Tentakelbildung. — *c* Vierarmiger Scyphistomapolyp. *Csk* Ausgeschiedenes Cuticularskelet — *d* Achtarmiger Scyphistomapolyp mit weit geöffnetem Munde. *M* Längsmuskeln der Gastralwülste.

(Geschlechtsthier, Grossamme und Amme) zusammengesetzt. Die Entwicklung der zwei, drei oder zahlreichen Generationen kann eine directe sein oder auf einer mehr oder minder complicirten Metamorphose beruhen, und ebenso kann das Verhältniss von Ammen zur Geschlechtsgeneration bald mehr dem von ähnlich sich ernährenden und eine ähnliche Organisationsstufe vertretenden Thierformen (z. B. *Salpen*), bald dem von Larve und Geschlechtsthier (z. B. *Medusen*) entsprechen. Demgemäss haben wir verschiedene Formen von Generationswechsel zu unterscheiden, die auch genetisch eine verschiedene Ableitung und Erklärung finden.

Das letztere, der Metamorphose ähnliche Verhältniss der Metagenese haben wir uns in den meisten Fällen in der Weise entstanden zu erklären, dass die Ammenform, einem niederen Zustande der Stammesentwicklung entsprechend, von diesem die Fähigkeit ungeschlechtlicher Fortpflanzung ererbte, während die geschlechtliche Fortpflanzung lediglich dem phyletisch höchsten

Gliede zukam. Beispielsweise die Metagenese der Schirmquallen. Die aus dem Ei ausgeschlüpfte, bewimperte Planula (Gastrula mit geschlossenem Urmund) setzt sich nach längerem Umherschwärmen an dem bei der Bewegung nach vorne gerichteten Pole fest und gewinnt an dem freien Pole eine neue Mundöffnung, in deren Umgebung mit dem fortschreitenden Wachsthum 1, 2, 4, 8, schliesslich 16 lange Fangarme hervorwachsen, während sich das breite Mundfeld als contractiler Mundkegel erhebt (Fig. 139). In das Innere der

e Fig. 139.

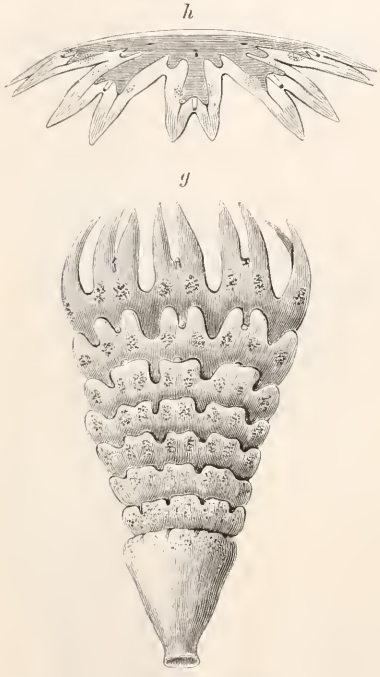


e Sechzehnarmige Scyphistoma (schwächer vergrössert). *Gw* Gastralwülste. — *f* Beginnende Strobilabildung von *Chrysaora*, der Tentakelkranz bis auf die basalen Wülste noch unverändert.

Gastralhöhle springen vom Fusspunkt bis zur Basis des Mundkegels vier von Längsmuskelzügen begleitete Gastralwülste vor. Nachdem der nunmehr zur *Scyphistoma* (*Scyphostoma*) gewordene Polyp unter günstigen Ernährungsbedingungen eine gewisse Grösse (von etwa 2 bis 4 Mm.) erreicht hat, bilden sich am vordern Körpertheil ringförmige Einschnürungen aus, durch welche eine Reihe von segmentähnlichen Abschnitten entsteht. Zunächst schnürt sich der vorderste, den Tentakelkranz umfassende Körpertheil ab, und ihm folgt, indem sich neue Segmentringe continuirlich in der Richtung von vorne nach hinten abschnüren, eine grössere oder geringere Zahl von Abschnitten, hinter

denen das kolbig angeschwollene Endstück des Polypenleibes ungetheilt bleibt. Die Scyphistoma ist zur *Strobila* geworden, welche selbst verschiedene Entwicklungsphasen durchläuft. Während sich nämlich die Fangarme zurückbilden, gestalten sich die aufeinanderfolgenden, durch Einschnürungen abgesetzten Segmente unter Bildung von Lappenfortsätzen und Randkörpern (rückgebildeten Tentakeln) zu kleinen, flachen Scheiben um, welche sich loslösen und als *Ephyren* die Larven der Schirmquallen darstellen (Fig. 139 *g*, *h*).

Fig. 139.



g Ausgebildete Strobila mit sich loslösenden Ephyren. — *h* Die freigewordene Ephyra (von circa 1·5 bis 2 Mm. Durchm.).

Im anderen Falle, wo Amme und Geschlechtsthier, wie bei den Salpen, morphologisch einander gleichstehen, dürfte sich die Metagenese (ähnlich wie Trennung des Geschlechtes aus dem Hermaphroditismus) auf dem Wege der Arbeitstheilung aus ursprünglich gleichgestalteten Geschlechtsthieren, welche zugleich Knospen producirten, entwickelt haben. Es war für die Entwicklung der regelmässigen Knospenkette (am Stolo prolifer) von Vortheil, dass an den dieselbe producirenden Individuen die geschlechtliche Zeugung unterdrückt und die Fortpflanzungsorgane bis zum schliesslichen Schwunde der Anlagen rückgebildet wurden, während die zu Ketten vereinigten Individuen ihre Geschlechtsorgane frühzeitig zur weiteren Ausbildung brachten, dagegen die Anlagen zum Stolo prolifer völlig rückbildeten.

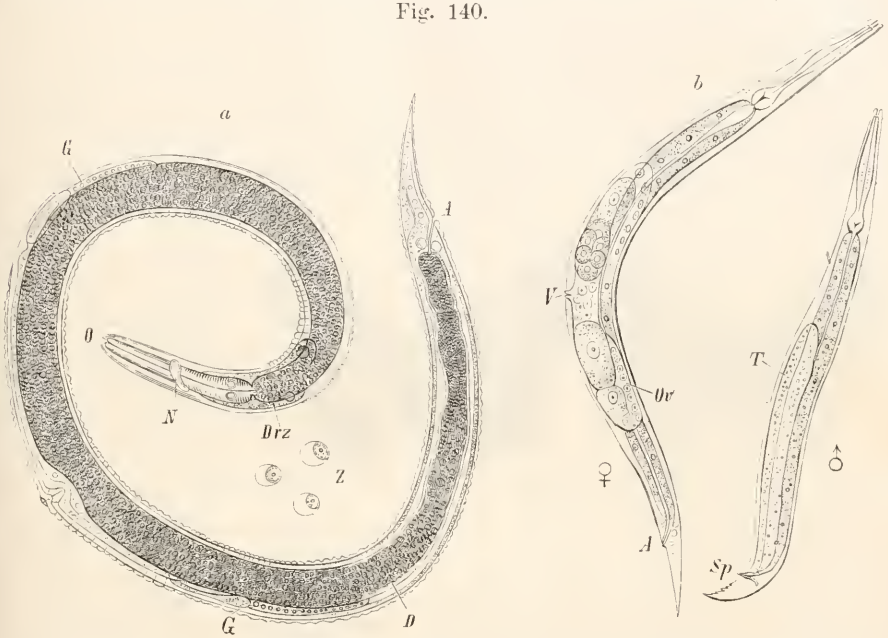
Wie aber überhaupt bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung durch Knospung im Falle unterbliebener Abtrennung Colonien und Stöcke von Einzelthieren ihren Ursprung nehmen, so ergeben sich auch bestimmte Formen des Generationswechsels durch den dauernd aufrecht erhaltenen Verband von Amme und Geschlechtsthier (Hydroiden). Gestalten sich die am Thierstock sprossenden Individuen nicht alle in gleicher Weise zu ernährenden und aufammenden und zu Geschlechtsindividuen, sondern differiren dieselben nach Bau und Gestaltung so, dass sie entsprechend verschiedene Leistungen und Arbeiten für die Erhaltung des Stockes besorgen, so ergibt sich die als *Polymorphismus*[1]) bekannte Form des Generationswechsels, welche an den polymorphen Thierstöcken der *Siphonophoren* zu hoher Ausbildung gelangt. Diese Form des Generationswechsels lässt sich oft von der Metamorphose schwer oder überhaupt nicht

[1]) R. Leuckart, Ueber den Polymorphismus der Individuen oder die Erscheinung der Arbeitstheilung in der Natur. Giessen, 1851.

abgrenzen, weil es sich um Erzeugung von Individualitätszuständen handelt, welche in einem Falle Organcomplexe bleiben, im anderen zur Selbstständigkeit gelangen (Bandwürmer, *Taenia*, *Bothriocephalus*, *Ligula*, *Caryophyllaeus*).

Eine der Metagenese ähnliche, aber genetisch in anderer Weise zu erklärende Form der Fortpflanzung ist die erst in neuerer Zeit bekannt gewordene *Heterogonie*. Dieselbe charakterisirt sich durch die Aufeinanderfolge verschieden gestalteter, unter abweichenden Ernährungsverhältnissen lebender Geschlechtsgenerationen, von denen sich eine oder mehrere auch agam durch

Fig. 140.



a Rhabdonema nigrovenosum von circa 3·5 Mm. Länge im Stadium der männlichen Reife. *G* Genitaldrüsen, *O* Mund, *D* Darm, *A* After, *N* Nervenring, *Drz* Drüsenzellen, *Z* isolirte Zoospermien derselben. — *b* Männliche und weibliche *Rhabditis*-Formen derselben von 1·5 bis 2 Mm. Länge. *Ov* Ovarium, *T* Hoden, *V* weibliche Genitalöffnung, *Sp* Spicula.

spontane Eientwicklung bei Ausfall der Männchen fortpflanzen können. Die zuerst für kleine Nematoden (*Rhabdonema nigrovenosum* und *Leptodera appendiculata*) nachgewiesene Heterogonie ist wohl kaum anders als durch Anpassung an veränderte Lebensbedingungen entstanden zu denken. Je nachdem der kleine Rundwurm als Parasit unter günstigen Ernährungsbedingungen sich entwickelt oder im Freien auf die spärlichen Nährstoffe in feuchter Erde oder schlammigem Wasser angewiesen ist, gestaltet sich der Körper des Geschlechtsthieres auch in seiner Organisation in dem Masse verschieden, dass wir beiderlei Formen nach den Differenzen ihres Baues zu verschiedenen Gattungen stellen würden. Bei *Rhabdonema nigrovenosum* aus der Lunge der Batrachier und der zu ihr gehörigen, frei lebenden „*Rhabditis*“ — und dasselbe gilt für einige andere, erst in jüngster Zeit bekannt gewordene Fälle von Heterogonie kleiner Nematoden (*Rhabdonema intestinalis* aus dem Darme des Menschen und *Rhab-*

ditis stercoralis, *Allantonema mirabile* mit seiner freien Rhabditisgeneration) — folgen beide Generationen in streng alternirendem Wechsel (Fig. 140 *a* und *b*). Nicht so bei *Leptodera appendiculata* aus der Wegschnecke, indem hier die alternirende Fortpflanzung nicht nothwendige Bedingung ist, vielmehr das Eintreten in die eine oder andere Form facultativ nach den besonderen Verhältnissen wechselt.

Bei den Insecten trifft man Formen von Heterogonie, für welche zugleich der Wechsel parthenogenetischer Eientwicklung mit der befruchteter Eier charakteristisch ist und ein oft sehr ausgeprägter *Polymorphismus* der zu einer Art gehörigen Individuen zur Erscheinung kommt. So z. B. bei den Rindenläusen (*Chermes*) und Wurzelläusen (*Phylloxera*), bei denen sich eine oder mehrere (geflügelte und ungeflügelte) weibliche Generationen parthenogenetisch fortpflanzen und lediglich aus eierlegenden Weibchen bestehen, während die befruchtete Eier ablegende Generation von Weibchen zugleich im Vereine mit Männchen — durch die Reduction der Mundtheile und des Darmapparates, sowie die geringe Körpergrösse ausgezeichnet — nur zu einer bestimmten Jahreszeit zur Erscheinung kommt. Als eine Vorstufe von Heterogonie kann man den bei manchen Schmetterlingen, wie bei *Vanessa* (*prorsa*) *levana* höchst ausgesprochenen Saisondimorphismus betrachten, für welchen charakteristisch ist, dass zu verschiedenen Jahreszeiten Generationen mit verschieden gefärbter Flügelzeichnung auftreten (Fig. 141).

a Fig. 141. *b*

Vanessa (prorsa) levana-Weibchen. *a* Winterform, *b* Sommerform. (Nach Weismann.)

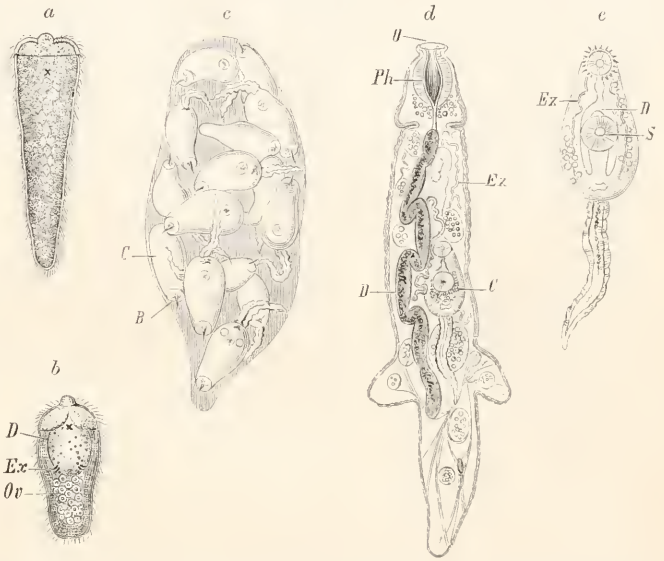
Aehnliche Formen von *Heterogonie* haben mit dem Generationswechsel vornehmlich dann grosse Aehnlichkeit, wenn die parthenogenetischen Generationen dem Ausfall der Begattung und Befruchtung weiterhin angepasst sind und als *agame* begattungsunfähige Weibchen in ihrem Generationsapparat wesentliche Abweichungen dem sich begattenden Weibchen gegenüber gewonnen haben. Dieser Fall trifft für die *Blattläuse* und *Gallenläuse* zu, deren Fortpflanzung man nach dem Vorgange von Steenstrup und v. Siebold lange Zeit als Generationswechsel beurtheilte, bis die auf die Fortpflanzungsvorgänge der verwandten Rindenläuse gestützte Auffassung als Heterogonie (Claus) zur Geltung gelangte. Nach dieser sind die viviparen sogenannten Blattlaus*ammen* eine Form von abweichend gestalteten, der parthenogenetischen Fortpflanzung angepassten Weibchen, und der Keimstock derselben ist nichts Anderes als das modificirte Ovarium.

Es gibt aber auch Fälle, bei welchen die parthenogenetische Entwicklung des Eies schon frühzeitig in dem eben angelegten Ovarium der Jugendform

beginnt, die Fortpflanzung also in das Larvenleben zurückverlegt wird, und sich demnach die Larve physiologisch einer larvenähnlichen Amme gleich verhält. Dann erhalten wir, wie durch Nic. Wagner für die Larven einer Gallmücke, *Cecidomyia* (*Miastor*), und durch O. Grimm für die Puppen einer *Chironomus*-Art bekannt wurde, eine dem Generationswechsel ähnliche Form von Heterogonie, welche im Zusammenhange mit frühzeitig eingetretener parthenogenetischer Eientwicklung zu erklären ist. Schon die morphologisch unentwickelte Jugendform oder Larve hat die Fähigkeit gewonnen, mittelst ihrer Keimanlage sich fortzupflanzen, eine Erscheinung, welche man nach dem Vorschlage von C. E. v. Baer als *Paedogenese* bezeichnet hat.

Wenn man die Keimanlage als Keimstock und die in derselben enthaltenen Zellen als Keimzellen oder Sporen deuten will, so würde die Fortpflanzung der Cecidomyien in die Kategorie des Generationswechsels fallen, eine Deutung, welche jedoch um so weniger haltbar ist, als der dem Pflanzenreich entlehnte Begriff von „Spore" bei den Metazoen überhaupt durch keine Thatsache begründet werden kann und demnach unhaltbar wird. Die als Sporen oder Keimzellen betrachteten Fortpflanzungszellen der Metazoen dürften wohl in allen Fällen dem Zellencomplexe entstammen, welcher die Anlage des Ovariums repräsentirt und meist schon in frühen Stadien der Embryonalentwicklung nachweisbar ist.

Fig. 142.

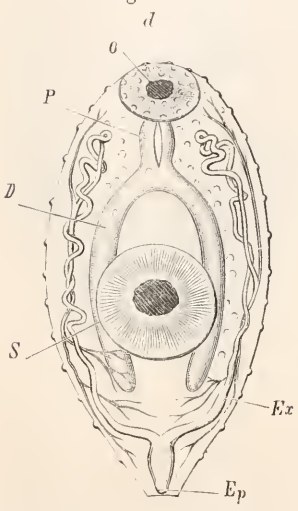


Entwicklungsgeschichte von *Distomum*, zum Theil nach R. Leuckart. *a* Freischwimmender bewimperter Embryo des Leberegels. — *b* Derselbe contrahirt, mit Darmanlage *D* und Zellenhaufen *Ov* (Anlage der Genitaldrüse), *Ex* Wimperapparat der Wassergefässanlage. — *c* Die aus einem Distomum-Embryo hervorgegangene Sporocyste, mit Cercarienbrut *(C)* gefüllt, *B* Bohrstachel einer Cercarie. — *d* Redie mit Mund *(O)*, Pharynx *(Ph)* und Darm *(D)*, *Ex* Excretionsorgan, *C* Cercarienbrut im Innern derselben. — *e* Freigewordene Cercarie. *S* Saugnapf. *D* Darm.

Dem entsprechend ist es kaum zweifelhaft, dass auch die Entwicklung der Distomeen, die man bislang auf Generationswechsel zurückführte, einer mit Paedogenese verbundenen Form der Heterogonie entspricht (C. Grobben). Nach Ablauf der Furchung und Embryonalentwicklung verlassen die bewimperten Embryonen (Fig. 142 *a*, *b*) meist im Wasser die Eihüllen und gelangen auf dem Wege selbstständiger Wanderung an den Körper einer Schnecke, in deren

Leibesraum sie eindringen, um zu einer schlauchförmigen oder verästelten *Sporocyste* (Fig. 142 *c*), beziehungsweise zu einer mit Mund und Darmanlage versehenen *Redie* (Fig. 142 *d*) zu werden. Diese morphologisch tiefstehenden Entwicklungsstadien erzeugen durch sogenannte Keimkörner oder Sporen eine Generation von Nachkommen, welche als „*Cercarien*" (Fig. 142 *e*) frei werden, dann sich im Körper eines Zwischenträgers nach Verlust von Mundstachel und Schwanzanhang encystiren (Fig. 143 *d*) und, von hier in den Organismus des definitiven Wohnthieres übertragen, zum Geschlechtsthier heranwachsen. Es ist jedoch auch hier in hohem Grade wahrscheinlich, dass das Keimorgan, aus deren Zellen die Cercarien stammen, den Zellencomplex der Ovarialanlage repräsentirt, deren Elemente sich ohne Zuthun von Zoospermien, also parthenogenetisch, entwickeln. Es würden alsdann die sogenannten Keimschläuche (Sporocysten oder Redien) fortpflanzungsfähige Larven sein. Die Cercarien aber repräsentiren eine zweite, weiter vorgeschrittene Larvenphase. Mit beweglichem Schwanzanhang, häufig auch mit Augen und Mundstachel versehen, zeigen sie in ihrer Organisation bis auf den Mangel entwickelterer Generationsorgane bereits grosse Aehnlichkeit mit den Geschlechtsthieren, zu denen sie sich erst im Leibe eines andern, meist höher organisirten Wohnthieres nach Verlust ihrer Larvenorgane ausbilden.

Fig. 143.



Jugendliches *Distomum*, nach La Valette. *Ex* Stämme des Wassergefässsystems, *Ep* Excretionsporus, *O* Mundöffnung mit Saugnapf, *S* Saugnapf in der Mitte der Bauchfläche, *P* Pharynx, *D* hufeisenförmiger Darm.

Wer den Begriff der Spore als ungeschlechtliches Fortpflanzungsproduct aufrecht erhält, wird in der Praxis unmöglich eine scharfe Grenze zwischen Generationswechsel und Heterogonie durchzuführen im Stande sein, da es für Spore und parthenogenetisch sich entwickelnde Eizelle kein absolutes Criterium gibt. Im anderen Falle aber, bei der wie es scheint, zutreffenden Deutung der sogenannten Sporen als spontan entwicklungsfähige Zellen der Ovarialanlage, sind *Generationswechsel* und *Heterogonie* scharf von einander abzugrenzen, indem sich die Ammenzustände lediglich durch Sprossung und Theilung vermehren, während die Fortpflanzung durch sogenannte Keimzellen als spontan entwicklungsfähige Eizellen der Heterogonie zufällt.

Ein wesentlicher Charakter sowohl der *Heterogonie* als des *Generationswechsels* beruht auf der verschiedenen Gestaltung der im Leben der Art auftretenden Generationen, welche meist in regelmässig alternirendem Wechsel folgen. Es gibt aber auch Formen der Fortpflanzung, bei denen in der Lebensgeschichte des Individuums zwei in verschiedener Weise sich fortpflanzende Zustände folgen. Diese sind für die Erklärung der Entstehungsweise des Generationswechsels und der Heterogonie von grossem Interesse, indem sie gewisser-

massen als Vorstufen der alternirenden Folge zweier oder mehrerer Generationen von Individuen erscheinen. Hieher gehört der sogenannte Generationswechsel bei Steinkorallen (Blastotrochus), welche sich als Jugendformen durch Knospung fortpflanzen, ohne damit die Fähigkeit zu verlieren, später in das Stadium der Geschlechtsreife einzutreten.

In die Kategorie der unvollkommenen *Heterogonie* würden die Fortpflanzungsvorgänge der Phyllopoden und Rotatorien zu stellen sein, deren Weibchen Sommereier (mit parthenogenetischer Entwicklung) und später befruchtungsbedürftige Wintereier erzeugen (*Daphniden*). Erst da, wo die Existenz besonderer, in dem angeführten Falle parthenogenesirender Generationen, welche sich nur ohne Männchen fortpflanzen, neben besonderen Geschlechtsgenerationen nachweisbar ist und für jene Besonderheiten bestehen, mit welchen der Ausfall der Befruchtung im Zusammenhang steht, werden wir eine wahre Heterogonie zu constatiren haben.

Eine an die Heterogonie erinnernde, aber von derselben verschiedene Form der Fortpflanzung wurde als *Dissogonie* bezeichnet. Dieselbe ist unter den gelappten Rippenquallen verbreitet und beruht auf der in zweifachen Formzuständen des Individuums, der Larve und der morphologisch entwickelten Form, eintretenden geschlechtlichen Fortpflanzung. Wie Chun nachgewiesen hat, gelangen wahrscheinlich unter dem Einfluss erhöhter Temperatur die cydippenförmigen Larven von *Eucharis* und *Bolina* alsbald nach dem Verlassen der Eihülle zur Geschlechtsreife, bilden aber nach Ablage befruchteter Eier die sexuellen Keimlager wieder zurück, um sich allmälig zu den gelappten Rippenquallen weiter zu entwickeln. Als solche erlangen sie viele Monate später zum zweiten Male die Geschlechtsreife, so dass die geschlechtliche Thätigkeit derselben durch die Metamorphose unterbrochen wird. In ähnlicher Weise dissogon (man könnte sagen polygon) verhalten sich auch zahlreiche Hydroidmedusen (*Eucope variabilis*) und Siphonophoren (*Forskalia*, *Halistemma*), indem sie in verschiedenen Stadien ihrer Entwicklung vor Eintritt in das morphologisch ausgestaltete Endstadium Geschlechtsproducte erzeugen.

Geschichtlicher Ueberblick[1]).

Die Anfänge der Zoologie reichen weit in das Alterthum zurück, doch kann erst Aristoteles (im 4. Jahrh. v. Chr.), welcher die Erfahrungen seiner Vorgänger mit eigenen ausgedehnten Beobachtungen in philosophischem Geiste wissenschaftlich verarbeitete, als der Begründer dieser Wissenschaft gelten. Die wichtigsten seiner zoologischen Schriften[2]) handeln von der „*Zeugung der*

[1]) Victor Carus, Geschichte der Zoologie. München, 1872.

[2]) Vergl. besonders Jürgen Bona Meyer's Aristoteles' Thierkunde. Berlin, 1855. A. v. Frantzius, Aristoteles' Theile der Thiere. Leipzig, 1853. Aubert und Wimmer, Aristoteles' fünf Bücher von der Zeugung und Entwicklung der Thiere, übersetzt und erläutert. Leipzig, 1860. Aubert und Wimmer, Aristoteles' Thierkunde. Band I und II. Leipzig, 1868.

Thiere", von den „*Theilen der Thiere*" und von der „*Geschichte der Thiere*". Leider ist das letzte wichtige Werk nur unvollständig erhalten. Man darf in Aristoteles nicht etwa einen descriptiven Zoologen und in seinen Werken ein bis in's Kleinste ausgeführtes Thiersystem suchen wollen; dem grossen Denker musste eine einseitige Behandlung der Wissenschaft fern liegen. Aristoteles betrachtete das Thier als lebendigen Organismus in allen seinen Beziehungen zur Aussenwelt, nach Entwicklung, Bau und Lebenserscheinungen, und schuf eine vergleichende Zoologie, die in mehrfacher Hinsicht als erste Grundlage unserer Wissenschaft dasteht. Die Unterscheidung in *Blutthiere* (ἔναιμα) und *Blutlose* (ἄναιμα), welche er jedoch nicht als streng systematische Begriffe gebrauchte, beruht freilich der Bezeichnung nach auf einem Irrthum, da der Besitz einer Blutflüssigkeit allen Thieren zukommt und die rothe Farbe keineswegs, wie Aristoteles glaubte, als Criterium des Blutes gelten kann; allein dem Inhalte nach stellte sie die zwei grossen Abtheilungen der *Wirbelthiere* und *Wirbellosen* gegenüber, wie auch bereits der Besitz einer knöchernen oder grätigen Wirbelsäule als Charakter der Blutthiere hervorgehoben wurde. Die acht Thiergruppen des Aristoteles sind folgende:

Blutthiere (ἔναιμα) = Wirbelthiere.

1) *Lebendig gebärende Thiere* (Vierfüsser, ζωοτοκοῦντα ἐν αὑτοῖς), neben welche als besonderes γένος die Wale gestellt werden,
2) *Vögel* (ὄρνιθες),
3) *eierlegende Vierfüsser* (τετράποδα ἢ ἄποδα ὠοτοκοῦντα),
4) *Fische* (ἰχθύες).

Blutlose (ἄναιμα) = Wirbellose.

5) *Weichthiere* (μαλάκια, Cephalopoden),
6) *Weichschalthiere* (μαλακόστρακα),
7) *Kerfthiere* (ἔντομα),
8) *Schalthiere* (ὀστρακοδέρματα, Echinen, Schnecken und Muschelthiere).

Nach Aristoteles hat das Alterthum nur einen namhaften zoologischen Schriftsteller in Plinius dem Aeltern aufzuweisen, welcher im ersten Jahrhundert n. Chr. lebte und bekanntlich bei dem grossen Ausbruch des Vesuv (79) als Flottencapitän seinen Tod fand. Die Naturgeschichte von Plinius behandelt die gesammte Natur von den Gestirnen an bis zu den Thieren, Pflanzen und Mineralien, ist aber kein selbstständiges Werk von wissenschaftlichem Werth, sondern nur eine aus vorhandenen Quellen zusammengetragene und keineswegs durchaus zuverlässige Compilation. Plinius schöpfte aus Aristoteles in reichem Masse, verstand ihn aber oft falsch und nahm auch hier und da alte, von Aristoteles zurückgewiesene Fabeln als Thatsachen wieder auf. Ohne ein eigenes System aufzustellen, unterschied er die Thiere nach dem Aufenthalte in *Landthiere* (Terrestria), *Wasserthiere* (Aquatilia) und *Flugthiere* (Volatilia), eine Eintheilung, die bis auf Gessner die herrschende blieb.

Mit dem Verfalle der Wissenschaft gerieth auch die Naturgeschichte in Vergessenheit. Der unter dem Bann des Autoritätsglaubens gefesselte mensch-

liche Geist fand im Mittelalter kein Bedürfniss nach selbstständiger Naturbetrachtung. Aber in den Mauern christlicher Klöster fanden die Schriften des Aristoteles und Plinius ein Asyl, welches die im Heidenthum begründeten Keime der Wissenschaft vor dem Untergange schützte.

Während im Laufe des Mittelalters zuerst der spanische Bischof Isidor von Sevilla (im 7. Jahrh.) und später Albertus Magnus (im 13. Jahrh.) Bearbeitungen der Thiergeschichte (ersterer noch nach dem Vorbilde von Plinius) lieferten, traten im 16. Jahrhundert mit dem Wiederaufblühen der Wissenschaft die Werke des Aristoteles wieder in den Vordergrund, aber es regte sich auch bereits das Streben nach selbstständiger Beobachtung und Forschung. Werke wie die von C. Gessner, Aldrovandus, Wotton zeugten von dem neu erwachenden Leben unserer Wissenschaft, deren Inhalt mit der Entdeckung neuer Welttheile immer mehr bereichert wurde. Dann im nachfolgenden Jahrhundert, in welchem Harvey den Kreislauf des Blutes, Keppler den Umlauf der Planeten entdeckte und Newton's Gravitationsgesetz die Physik in eine neue Bahn brachte, trat auch die Zoologie in eine fruchtbare Epoche ein. M. Aurelio Severino schrieb seine Zootomia democritaea (1645) und gab in derselben von verschiedenen Thieren anatomische Darstellungen, mehr zum Nutzen und zur Förderung der menschlichen Anatomie und der Physiologie. Swammerdam in Leyden zergliederte den Leib der Insecten und Weichthiere und beschrieb die Metamorphose der Frösche. Malpighi in Bologna und Leeuwenhoek in Delft benutzten die Erfindung des Mikroskops zur Untersuchung der Gewebe und der kleinsten Organismen (Infusionsthierchen). Letzterer entdeckte die Blutkörperchen und sah zuerst die Querstreifen der Muskulatur. Auch wurden von einem Studenten Hamm die Samenkörperchen entdeckt und wegen ihrer Bewegung als „Samenthierchen" bezeichnet. Der Italiener Redi bekämpfte die elternlose Entstehung von Thieren aus faulenden Stoffen, wies die Entstehung von Maden aus Fliegeneiern nach und schloss sich dem berühmten Ausspruch Harvey's: „Omne vivum ex ovo" an. Im 18. Jahrhundert gewann vornehmlich die Kenntniss von der Lebensgeschichte der Thiere eine ausserordentliche Bereicherung. Forscher wie Réaumur, Rösel von Rosenhof, de Geer, Bonnet, J. Chr. Schaeffer, Ledermüller etc. lehrten die Verwandlungen und die Lebensgeschichte der Insecten und einheimischen Wasserthiere kennen, während zu derselben Zeit durch Expeditionen in fremde Länder aussereuropäische Thierformen in reicher Fülle bekannt wurden. In Folge dieser ausgedehnten Beobachtungen und eines immer mehr wachsenden Eifers, das Merkwürdige aus fremden Welttheilen zu sammeln, war das zoologische Material in so bedeutendem Masse angewachsen, dass bei dem Mangel einer präcisen Unterscheidung, Benennung und Anordnung die Gefahr der Verwirrung nahe lag und der Ueberblick fast unmöglich wurde.

Unter solchen Verhältnissen musste das Auftreten eines Systematikers wie Carl Linné (1707—1778) für die fernere Entwicklung der Zoologie von grosser Bedeutung werden. Zwar hatten schon vorher die systematischen Be-

strebungen in Ray, der mit Recht als Vorgänger Linné's an erster Stelle genannt wird, eine gewisse Grundlage, indessen keine durchgreifende methodische Gestaltung gewonnen. John Ray führte zuerst den Artbegriff [1]) ein und berücksichtigte anatomische Charaktere als Grundlage der Classification. In seiner 1693 erschienenen Schrift: „Synopsis der Säugethiere und Reptilien" schliesst er sich an Aristoteles' Eintheilung in Blutführende und Blutlose an. Bezüglich der ersten legte er den Grund zu den Definitionen der vier ersten Linné'schen Classen, die Blutlosen sonderte er in grössere (Cephalopoden, Crustaceen und Testaceen) und in kleinere (Insecten).

Ohne sich weitreichender Forschungen und hervorragender Entdeckungen rühmen zu können, wurde Linné durch die scharfe Sichtung und strenge Gliederung des Vorhandenen, durch die Einführung einer neuen Methode sicherer Unterscheidung, Benennung und Anordnung für die Entwicklung der Wissenschaft von grosser Bedeutung.

Indem er für die Gruppen verschiedenen Umfanges in den Begriffen der Art, Gattung, Ordnung, Classe eine Reihe von Kategorien aufstellte, gewann er die Mittel, um ein System von scharfer, präciser Gliederung zu schaffen. Andererseits führte er mit dem Principe der *binären Nomenclatur* eine feste und sichere Bezeichnung ein. Jedes Thier erhielt zwei aus der lateinischen Sprache entlehnte Namen, den voranzustellenden Gattungsnamen und den Speciesnamen, welche die Zugehörigkeit der fraglichen Form zu der bestimmten Gattung und Art bezeichnen. In dieser Weise ordnete Linné nicht nur das Bekannte, sondern schuf zur übersichtlichen Orientirung ein systematisches Fachwerk, in welchem sich spätere Entdeckungen leicht an sicherem Orte eintragen liessen.

Das Hauptwerk Linné's: „*Systema naturae*", welches in dreizehn Auflagen mannigfache Veränderungen erfuhr, umfasst das Mineral-, Pflanzen- und Thierreich und ist seiner Behandlung nach am besten einem ausführlichen Kataloge zu vergleichen, in welchem der Inhalt der Natur wie der einer Bibliothek, unter Angabe der bemerkenswerthesten Kennzeichen, in bestimmter Ordnung einregistrirt wurde. Jede Thier- und Pflanzenart erhielt nach ihren Eigenschaften einen bestimmten Platz und wurde in dem Fache der Gattung mit dem Speciesnamen eingetragen. Auf den Namen folgte die in kurzer lateinischer Diagnose ausgedrückte Legitimation, dieser schlossen sich die Synonyma der Autoren und Angaben über Lebensweise, Aufenthaltsort, Vaterland und besondere Kennzeichen an.

Wie Linné auf dem Gebiete der Botanik das künstliche, auf die Merkmale der Blüthen begründete Pflanzensystem schuf, so war auch seine Classification der Thiere eine künstliche, weil sie nicht auf der Unterscheidung natürlicher Gruppen beruhte, sondern vereinzelte Merkmale des inneren und

[1]) „Welche Formen nämlich der Species nach verschieden sind, behalten diese ihre specifische Natur beständig, und es entsteht die eine nicht aus dem Samen einer anderen oder umgekehrt."

äusseren Baues als Charaktere verwerthete. Linné brachte die bereits von Ray begründeten Verbesserungen der Aristotelischen Eintheilung zur Durchführung, indem er nach der Bildung des Herzens, der Beschaffenheit des Blutes, nach der Art der Fortpflanzung und Respiration folgende sechs Thierclassen aufstellte:

1) *Säugethiere, Mammalia.* Mit rothem warmen Blute, mit einem aus zwei Vorkammern und zwei Herzkammern zusammengesetzten Herzen, lebendig gebärend. Als Ordnungen wurden unterschieden: *Primates* (mit den vier Gattungen *Homo, Simia, Lemur, Vespertilio*), *Bruta, Ferae, Glires, Pecora, Belluae, Cete.*
2) *Vögel, Aves.* Mit rothem warmen Blute, mit einem aus zwei Vorkammern und zwei Herzkammern zusammengesetzten Herzen, eierlegend. *Accipitres, Picae, Anseres, Grallae, Gallinae, Passeres.*
3) *Amphibien, Amphibia.* Mit rothem kalten Blute, mit einem aus einfacher Vor- und Herzkammer gebildeten Herzen, durch Lungen athmend, *Reptilia* (*Testudo, Draco, Lacerta, Rana*), *Serpentes.*
4) *Fische, Pisces.* Mit rothem kalten Blute, mit einem aus einfacher Vor- und Herzkammer gebildeten Herzen, durch Kiemen athmend. *Apodes, Jugulares, Thoracici, Abdominales, Branchiostegi, Chondropterygii.*
5) *Insecten, Insecta.* Mit weissem Blute und einfachem Herzen, mit gegliederten Fühlern. *Coleoptera, Hemiptera, Lepidoptera, Neuroptera, Hymenoptera, Diptera, Aptera.*
6) *Würmer, Vermes.* Mit weissem Blute und einfachem Herzen, mit ungegliederten Fühlfäden. *Mollusca, Intestina, Testacea, Zoophyta, Infusoria.*

Während die Nachfolger Linné's die trockene und einseitig zoographische Behandlung weiter ausbildeten und das gegliederte Fachwerk des Systems irrthümlich als das „Naturgebäude" ansahen, erkannten einzelne hervorragende Forscher die Mängel des Linné'schen Systems und suchten dasselbe zu verbessern und umzugestalten. Buffon, ein Feind der Classificationen, glaubte in dem Systeme überhaupt einen dem Geiste auferlegten Zwang zu erkennen und deutete bereits auf einen einheitlichen, stufenweise abändernden Plan im Thierreich hin mit den Worten: „Es gibt eine ursprüngliche und allgemeine Vorzeichnung, die man weit verfolgen kann." Von grosser Bedeutung waren aber in erster Linie die von Lamarck vorgeschlagenen, der „natürlichen Stufenordnung" entsprechenden Aenderungen des Systems, indem dieselben die Linné'sche Classe der Würmer in eine Reihe von Classen auflösten und diese nebst der Classe der Insecten als Wirbellose den vier ersten Classen oder Wirbelthieren gegenüberstellten. Schon im Jahre 1794 unterschied Lamarck neben den Wirbelthierclassen die fünf Classen der *Mollusken, Insecten, Würmer, Echinodermen* und *Polypen*, die er jedoch später vermehrte, bis er schliesslich dem Inhalt der Wirbellosen, vom Verwickelten zum Einfachen absteigend, in den zehn Classen der *Mollusken, Cirripedien, Anneliden, Crustaceen, Arachniden, Insecten,*

Würmer, *Radiaten* (an Stelle der Echinodermen mit Einschluss der Weichstrahlthiere oder Acalephen), *Polypen* und *Infusorien* seine Anordnung gab. Somit war in bedeutungsvoller Weise dem Systeme vorgearbeitet, mit welchem Cuvier hervortrat, welches durch Verschmelzung der zoologischen und anatomischen Charaktere den Anforderungen eines natürlichen Systems näher kam.

Georg Cuvier, geboren zu Mömpelgard 1769 und erzogen auf der Karlsakademie zu Stuttgart, später Professor der vergleichenden Anatomie am Pflanzengarten zu Paris, veröffentlichte seine umfassenden Forschungen in zahlreichen Werken, insbesondere in den „*Leçons d'anatomie comparée*“ (1805).

Erst 1812 stellte er in seiner berühmt gewordenen Abhandlung [1]) über die Eintheilung der Thiere nach ihrer Organisation eine neue, wesentlich veränderte Classification auf, welche den Anstoss zu dem sogenannten natürlichen System gab. Cuvier betrachtete nicht, wie dies bisher von den meisten Zootomen geschehen war, die anatomischen Funde und Thatsachen an sich als Endzweck der Untersuchungen, sondern stellte vergleichende Betrachtungen an, die ihn zur Aufstellung allgemeiner Sätze führten. Indem er die Eigenthümlichkeiten in den Einrichtungen der Organe auf das Leben und die Einheit des Organismus bezog, erkannte er die gegenseitige Abhängigkeit der einzelnen Organe und ihrer Besonderheiten und entwickelte in richtiger Würdigung der schon von Aristoteles erörterten „Correlation“ der Theile sein Princip der nothwendigen Existenzbedingungen, ohne welche das Thier nicht leben kann (*principe de conditions d'existence ou causes finales*). „Der Organismus bildet ein einiges und geschlossenes Ganze, in welchem einzelne Theile nicht abändern können, ohne an allen übrigen Theilen Aenderungen erscheinen zu lassen.“ Indem er aber die Organisation der zahlreichen verschiedenen Thiere verglich, fand er, dass die bedeutungsvollen Organe die constanteren sind, die weniger wichtigen in ihrer Form und Ausbildung am meisten abändern, auch nicht überall auftreten. So wurde er zu dem für die Systematik verwertheten Satz von der Unterordnung der Merkmale (*principe de la subordination des caractères*) geleitet. Ohne von der vorgefassten Idee der Einheit aller thierischen Organisation beherrscht zu sein, gelangte er vornehmlich unter Berücksichtigung der Verschiedenheiten des Nervensystems und der nicht überall übereinstimmenden gegenseitigen Lagerung der wichtigeren Organsysteme zu der Ueberzeugung, dass es im Thierreich vier Hauptzweige (*Embranchements*) gebe, gewissermassen „allgemeine Baupläne, nach denen die zugehörigen Thiere modellirt zu sein scheinen und deren einzelne Unterabtheilungen, wie sie auch bezeichnet werden mögen, nur leichte, auf die Entwicklung oder das Hinzutreten einiger Theile gegründete Modificationen sind, in denen aber an der Wesenheit des Planes nichts geändert ist.“

Indessen schon Lamarck hatte erkannt und ausgesprochen, dass seine zehn Classen der Wirbellosen nach Charakteren der Organisation und Lagen-

[1]) Sur un nouveau rapprochement à établir entre les classes qui composent le règne animal. Ann. du Musée d'hist. nat., Tom. XIX, 1812.

beziehung der Organe in mehrere den Vertebraten gleichwerthige Reihen zu ordnen seien, so dass es im Grunde nur einer entsprechenden Gruppirung, Namenveränderung und Umordnung jener Classen bedurfte, um diese allgemeineren Abtheilungen zu finden und Cuvier's vier Kreise (*Embranchements* Cuvier, *Typen* Blainville) der *Vertebrata* oder Wirbelthiere, *Mollusca* oder Weichthiere, *Articulata* oder Gliederthiere und *Radiata* oder Strahlthiere zu erhalten. Man ersieht diese Beziehung aus nachfolgender Zusammenstellung:

I. Vertebraten.	*II. Articulaten.*	*III. Mollusken.*	*IV. Radiaten.*
1. Säugethiere,	5. Insecten,	9. Cirripeden,	11. Acalephen, Echinodermen,
2. Vögel,	6. Arachnoideen,	10. die Mollusken-Ordnungen Lamarck's als Classen.	12. Vermes (intestinales),
3. Reptilien,	7. Crustaceen,		13. Polypen,
4. Fische.	8. Anneliden.		14. Infusorien.

Den Anschauungen Cuvier's, der wie keiner seiner Zeitgenossen insbesondere das anatomische Detail beherrschte, standen jedoch die Lehren bedeutender Männer (der sogenannten naturphilosophischen Schule) gegenüber. In Frankreich vor Allem vertrat Etienne Geoffroy St. Hilaire [1]) die bereits von Buffon ausgesprochene Idee vom Urplane des thierischen Baues, nach welcher eine ununterbrochene, durch continuirliche Uebergänge vermittelte Stufenfolge der Thiere existiren sollte. Ueberzeugt, dass die Natur stets mit denselben Materialien arbeite, stellte er die Theorie der Analogieen (*théorie des analogues*) auf, nach welcher sich dieselben Theile, wenn auch nach Form und nach dem Grade ihrer Ausbildung verschieden, bei allen Thieren finden sollten, und glaubte weiter in seiner Theorie der Verbindungen (*principe des connexions*) ausführen zu können, dass die gleichen Theile auch überall in gleicher gegenseitiger Lage auftreten. Als dritten Hauptsatz verwerthete er das Princip vom Gleichgewichte der Organe (*principe du balancement des organes*), indem jede Vergrösserung des einen Organs mit einer Verminderung eines andern verbunden sein sollte. Dieser Grundsatz führte in der That zu einer fruchtbaren Betrachtungsweise und zur wissenschaftlichen Begründung der Teratologie. Die Verallgemeinerungen waren jedoch übereilt, indem sie über die Wirbelthiere hinaus nicht mit den Thatsachen stimmten und beispielsweise zu der Ansicht, die Insecten seien auf den Rücken gekehrte Wirbelthiere, und zu anderen gewagten Auffassungen führen mussten. In Deutschland sprachen sich Goethe und die Naturphilosophen Oken und Schelling für die Einheit der thierischen Organisation aus, ohne freilich den thatsächlichen Verhältnissen in umfassender Weise Rechnung zu tragen.

Schliesslich ging aus diesem Kampfe, der in Frankreich mit Heftigkeit geführt worden war, die Auffassung Cuvier's siegreich hervor, und die Prin-

[1]) Etienne Geoffroy St. Hilaire, Sur le principe de composition organique. 1828.

cipien seines Systems fanden um so ungetheilteren Beifall, als es den Anschein gewann, dass dieselben durch die Resultate der entwicklungsgeschichtlichen Arbeiten C. E. v. Baer's bestätigt wurden. Freilich wurden durch die späteren Forschungen mancherlei Mängel und Irrthümer in Cuvier's Eintheilung aufgedeckt und im Einzelnen Vieles verändert, allein die *Aufstellung von Thierkreisen als höchster Gruppen des Systems* erhielt sich und wurde durch die Resultate der sich ausbildenden Wissenschaft von der Entwicklungsgeschichte der Thiere unterstützt.

Die wesentlichsten der nothwendig gewordenen Modificationen des Cuvier'schen Systems beziehen sich zunächst auf die Vermehrung der Typenzahl. Während man schon seit längerer Zeit die *Infusorien* von den *Radiaten* trennte und als *Protozoen* den übrigen vier Bauplänen zur Seite stellte, hat man neuerdings durch Trennung der *Radiaten* in *Coelenteraten* und *Echinodermen*, sowie der *Articulaten* in *Arthropoden* und *Vermes* die Zahl der Thierkreise erhöht, von denen jedoch der Kreis der *Mollusken* wieder in drei Kreise aufgelöst werden muss, indem von demselben die *Molluscoideen* und *Tunicaten* zu trennen sind.

Die Cuvier'sche Auffassung hat jedoch insofern eine wesentliche Modification erfahren, als die *Vorstellung von der absoluten Selbstständigkeit*, dem ohne Uebergänge begrenzten Abschlusse eines jeden Kreises, aufgegeben werden musste. Es haben sich durch Verbindungsglieder Verknüpfungen verschiedener Typen nach mehrfachen Richtungen hin nachweisen lassen, welche den scharfen Gegensatz derselben besonders für die ersten Anfänge und tieferen Stufen ihrer Gestaltung aufgehoben haben. Aber ebensowenig wie die Uebergangsformen zwischen Thier und Pflanze die Unterscheidung der beiden allgemeinsten Begriffe im Reiche des Organischen aufzuheben im Stande sind, wird durch solche Verbindungsglieder der Begriff von Thierkreisen oder Typen als der höchsten Abtheilungen des Thiersystems widerlegt, sondern nur ein ähnlicher oder ein gemeinsamer Ausgangspunkt für die Ausbildung verschiedener Formreihen wahrscheinlich gemacht.

Und dem entspricht die mit dem Fortschritte der Entwicklungsgeschichte bekannt gewordene Thatsache, dass in verschiedenen Typen nahe übereinstimmende Larvenzustände und ähnliche Gewebsschichten (Keimblätter) der Embryonalanlage auftreten, die auf einen genetischen Zusammenhang hinweisen.

Ebenso ist durch die Ergebnisse anatomischer und embryologischer Vergleichung mit hohem Grade von Wahrscheinlichkeit festgestellt worden, dass die Typen keineswegs vollkommen coordinirt nebeneinanderstehen, sondern in näherer oder entfernterer Beziehung einander subordinirt sind, dass insbesondere die höheren Thierkreise genetisch von den Würmern abzuleiten sind.

Wir halten es unter solchen Verhältnissen dem augenblicklichen Stande der Wissenschaft für angemessen, neun Typen als höchste Abtheilungen zu unterscheiden und in folgender Weise zu charakterisiren:

1. *Protozoa.* Einzellige Organismen von geringer Grösse, mit Differenzirungen innerhalb der Sarcode, mit vorwiegend ungeschlechtlicher Fortpflanzung.

2. *Coelenterata.* Radiärthiere, von zwei-, vier- oder sechsstrahligem Baue mit bindegewebigem, oft gallertigem oder auch festem verkalkten Mesoderm und centraler, für Verdauung und Circulation gemeinsamer Leibescavität (Gastrovascularraum).

3. *Echinodermata.* Radiärthiere von vorherrschend fünfstrahligem Baue mit verkalktem, oft stacheltragendem Hautskelet, mit gesondertem Darm und Gefässsystem, mit Nervensystem und Ambulacralsystem.

4. *Vermes.* Bilateralthiere mit ungegliedertem oder gleichartig (homonom) segmentirtem Körper, ohne gegliederte Segmentanhänge (Gliedmassen), mit paarigen, als Wassergefässsystem benannten Excretionscanälen.

5. *Arthropoda.* Bilateralthiere mit heteronom segmentirtem Körper und gegliederten Segmentanhängen (Gliedmassen), mit Gehirn und Bauchganglienkette.

6. *Molluscoidea.* Bilateralthiere ohne Gliederung, mit bewimpertem Tentakelapparat in der Umgebung des Mundes oder mit spiralig aufgerollten sogenannten Mundarmen, entweder polypenähnlich und mit fester Schalenkapsel oder muschelähnlich mit vorderer und hinterer Schalenklappe, mit einem oder mit mehreren, durch einen Schlundring verbundenen Ganglien.

7. *Mollusca.* Bilateralthiere mit weichem ungegliedertem Körper, ohne locomotives Skelet, meist von einer einfachen oder zweiklappigen Kalkschale, dem Absonderungsproduct einer Hautduplicatur (Mantel), bedeckt, mit Gehirn, Fussganglion und Mantelganglion.

8. *Tunicata.* Bilateralthiere ohne Gliederung, von sackförmiger oder tonnenförmiger Leibesgestalt, mit dickem Integument (Mantel), einfachem Ganglion, mit Herz und mit weitem, zugleich zur Respiration dienendem Pharyngealsack (Kiemensack).

9. *Vertebrata.* Bilateralthiere mit innerem knorpeligen oder knöchernem gegliederten Skelet (Wirbelsäule), welches durch dorsale Ausläufer (obere Wirbelbogen) eine Höhle zur Aufnahme des Rückenmarks und Gehirns, durch ventrale (Rippen) eine Höhle zur Aufnahme vegetativer Organe umschliesst, mit höchstens zwei Extremitätenpaaren.

Bedeutung des Systems.

Ueber den Werth des Systems ist man nicht überall und zu allen Zeiten gleicher Ansicht gewesen. Während im vorigen Jahrhundert der französische Zoolog Buffon das System für eine reine Erfindung des menschlichen Geistes ausgab, glaubte in neuerer Zeit L. Agassiz allen Abtheilungen des Systems eine reale Bedeutung beilegen zu können. Er erklärte das natürliche, auf die

Verwandtschaft der Organisation begründete System für eine Uebersetzung der Gedanken des Schöpfers in die menschliche Sprache, durch dessen Erforschung wir unbewusst Ausleger seiner Ideen würden.

Offenbar aber können wir nicht diejenige Anordnung eine menschliche Erfindung nennen, welche aus den in der Natur begründeten Beziehungen der Organisation abgeleitet ist. Und ebenso verkehrt ist es, den subjectiven Antheil unserer Geistesthätigkeit hinwegzuläugnen, da sich in jedem System ein Verhältniss von Thatsachen des Naturlebens zu unserer Auffassung und zum Stande der wissenschaftlichen Erkenntniss ausspricht. In diesem Sinne nennt Goethe treffend natürliches System *einen sich widersprechenden Ausdruck*.

Das Reale, welches bei Aufstellung von Systemen in Betracht kommt, sind die Einzelformen als Objecte der Beobachtung. Alle systematischen Begriffe von der *Art* an bis zum *Thierkreis* beruhen auf Zusammenfassung von übereinstimmenden und ähnlichen Eigenschaften und sind Abstractionen des menschlichen Geistes.

Artbegriff. Die grosse Mehrzahl der Forscher stimmte bis in die neueste Zeit darin überein, die Art oder *Species* als selbstständig in's Leben getretene Einheit mit gleichen, in der Fortpflanzung sich erhaltenden Eigenschaften anzusehen. Man war bis in die neueste Zeit von dem Grundgedanken der Linné'schen Speciesdefinition: „Tot numeramus species quot ab initio creavit infinitum ens" im Wesentlichen befriedigt. Auch stand diese Anschauung mit einem auf dem Gebiete der Geologie herrschenden Dogma im Einklang, nach welchem die aufeinanderfolgenden Perioden der Erdbildung durchaus abgeschlossene Faunen und Floren bergen und durch gewaltige, die gesammte organische Schöpfung vernichtende Katastrophen begrenzt sein sollten. Insbesondere war es Cuvier, welcher diese Lehre vertrat und im Anschlusse an dieselbe die fossilen Thiere und Pflanzen nicht als Vorfahren der jetzt lebenden betrachtete. Auf Grundlage seiner umfassenden Untersuchungen über die Knochenreste aus den tertiären Grobkalk- und Gypslagern der Pariser Umgebung glaubte Cuvier aus dem Mangel jeglicher Zwischenformen der fossilen und recenten Arten die Selbstständigkeit der letzteren folgern zu können. Zwar gestand er zu, dass sich aus den grossen Umwälzungen und Katastrophen einzelne wenige Lebensformen gerettet und in die neue Periode lebend erhalten hatten, vermochte sich jedoch über die Herkunft der zahllosen neuen Lebensformen keine Rechenschaft zu geben. Ohne an eine übernatürliche Schöpfung zu glauben, hielt er die mangelnden Zwischenformen für eine Thatsache von hohem Werth, in deren Folge das Problem des Ursprungs der neuen Arten im Dunklen blieb. Cuvier behauptete keineswegs, dass es zur Hervorbringung derselben einer neuen Schöpfung bedürfe, sondern nur, dass jene anderswoher als aus den Lebewesen des untergegangenen Zeitalters entsprungen sein mussten.

Thatsächlich unterscheiden sich die von einander abstammenden Thiere und Pflanzen der Jetztzeit durch zahlreichere grössere und kleinere Abweichungen, so dass der Artbegriff neben der Zugehörigkeit in den gleichen Gene-

rationskreis nicht durch die absolute Identität, sondern nur durch die Uebereinstimmung in den wesentlichsten Eigenschaften definirt werden kann. Die Art oder Species würde demnach im engen Anschluss an die Cuvier'sche Definition der Inbegriff aller Lebensformen sein, welche *die wesentlichsten Eigenschaften gemeinsam haben, von einander abstammen und fruchtbare Nachkommen erzeugen.*

Indessen lassen sich dieser Begriffsbestimmung, welcher die Voraussetzung zu Grunde liegt, dass sich das Wesentliche der Eigenschaften durch alle Zeiten in der Fortpflanzung unveränderlich erhalten müsse, keineswegs alle Thatsachen des Naturlebens befriedigend unterordnen, und es weisen schon die grossen Schwierigkeiten, welche der Artbestimmung in der Praxis entgegentreten und zwischen Art und Varietät keine scharfe Grenze zu ziehen gestatten, auf das Unzureichende des Begriffes hin.

Die zu ein und derselben Art gehörigen Individuen sind untereinander nicht in allen Eigenschaften gleich, sondern zeigen allgemein Abweichungen, die bei genauer Betrachtung zur Unterscheidung der Einzelformen hinreichen. Es treten auch im Kreise derselben Art Combinationen veränderter Merkmale auf und veranlassen bedeutende Abänderungen (*Varietäten*), welche sich auf die Nachkommen vererben können. Man nennt die grösseren, mit der Fortpflanzung sich erhaltenden Variationen *constante Varietäten* oder *Abarten, Rassen*, und unterscheidet *natürliche Rassen* und *Culturrassen*. Die ersteren finden sich im freien Naturleben, meist auf bestimmte Localitäten beschränkt, sie sind, wie man annimmt, in Folge klimatischer Bedingungen unter dem Einflusse abweichender Lebensweise und Ernährung im Laufe der Zeit entstanden. Die Culturrassen verdanken dagegen ihren Ursprung der Zucht und Cultur des Menschen und betreffen ausschliesslich die Hausthiere, deren Ursprung grösstentheils noch in tiefes Dunkel gehüllt ist.

Nun können aber Varietäten, welche von einer Art abstammen, untereinander sehr auffallend verschieden sein und in wichtigeren Merkmalen abweichen als verschiedene Arten im freien Naturleben. Beispielsweise erscheinen die Culturrassen der Taube, deren gemeinsame Abstammung von der Felstaube (*Columba livia*) von Darwin sehr wahrscheinlich gemacht wurde, einer so bedeutenden Abänderung fähig, dass ihre als Purzeltauben, Pfauentauben, Kröpfer, Eulentauben etc. bekannten Varietäten von dem Ornithologen ohne Kenntniss ihres Ursprungs für echte Arten gehalten und sogar unter verschiedene Gattungen vertheilt werden müssten.

Auch im freien Naturleben sind sehr häufig Varietäten der Qualität ihrer Merkmale nach von Arten nicht zu unterscheiden. Das *Wesentliche* der Charaktere pflegt man in der Constanz ihres Vorkommens zu finden und die Varietät daran zu erkennen, dass die sie auszeichnenden Merkmale variabler sind als bei der Species. Gelingt es, weit auseinanderstehende Formen durch eine Reihe continuirlich sich abstufender Zwischenformen zu verbinden, so hält man sie für extreme Varietäten derselben Art, während dieselben bei man-

gelnden Zwischengliedern, auch wenn die sie trennenden Unterschiede geringer, nur gehörig constant sind, als Arten gelten. Man begreift unter solchen Umständen, wie anstatt eines objectiven Criteriums der augenblickliche Stand der Erfahrung, das subjective Ermessen und der natürliche Takt der Beobachter über Art [1]) und Varietät entscheiden, und dass die Meinungen der verschiedenen Forscher in der Praxis weit auseinandergehen. Dieses Verhältniss haben Darwin und Hooker in eingehender Weise vortrefflich erörtert. Als Beispiel ist von Nägeli [2]) angeführt worden, dass von den in Deutschland wachsenden *Hieracien* über 300 Arten zu unterscheiden sind, Fries führt sie als 106, Koch als 52 Arten auf, während Andere kaum mehr als 20 anerkennen. Nägeli behauptet sogar: „Es gibt kein Genus von mehr als 4 Species, über dessen Arten alle Botaniker einig wären, und es liessen sich viele Beispiele aufführen, dass seit Linné die nämlichen Arten wiederholt getrennt und zusammengezogen wurden."

Wir werden daher zur Bestimmung des Wesentlichen an den Eigenschaften, wenn es gilt, *Arten* von *Varietäten* zu sondern, auf den wichtigsten Charakter des Artbegriffes zurückgewiesen, der freilich in der Praxis fast niemals berücksichtigt wird: auf die *gemeinsame Abstammung und die Fähigkeit der fruchtbaren Kreuzung*. Doch stellen sich auch von dieser Seite der Begrenzung des Artbegriffes unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen.

Bastarde. Es ist eine allgemein bekannte Thatsache, dass auch Thierformen, welche zu verschiedenen Arten gehören, sich mit einander paaren und Nachkommen, *Bastarde*, erzeugen, z. B. Pferd und Esel, Wolf und Hund, Fuchs und Hund. Selbst entfernter stehende Arten, welche man zu verschiedenen Gattungen stellt, vermischen sich gelegentlich zur Erzeugung einer Nachkommenschaft, wie solche Fälle von Ziegenbock und Schaf, Ziege und Steinbock zur Beobachtung gekommen sind. Allein die Bastarde erweisen sich in der Regel unfruchtbar, sie bilden Zwischenstufen mit gestörtem Generationssystem ohne Aussicht auf Fortbestand, und auch im Falle der Zeugungsfähigkeit, die man häufiger an weiblichen Bastarden beobachtet hat, schlagen sie in die väterliche oder mütterliche Art zurück.

Indessen gibt es für die Sterilität der Bastarde Ausnahmsfälle, welche als wichtige Beweise gegen die Abgeschlossenheit der Art zu sprechen scheinen. Nach den in Frankreich in grossem Massstabe angestellten Züchtungsversuchen zwischen Hasen und Kaninchen scheint es, als wenn die zuerst von Roux in Angoulême für den Handel gezüchteten Hasenkaninchen (Lièvres-lapins) vollständig fruchtbar wären. Auch sind Halbblut-Bastarde von Kaninchen und Hasen gezüchtet worden und haben sich durch viele Generationen

[1]) Die Aufstellung des Begriffes der *Subspecies* oder *Unterart*, zu welchem die Systematik gedrängt worden ist, steht in vollständigem Widerspruch zu dem *Art*-Begriff der Schule und ist das sprechendste Zeugniss, dass die Systematiker selbst das Relative in der Unterscheidung von Art und Varietät anerkennen.

[2]) C. Nägeli, Entstehung und Begriff der naturhistorischen Art. München, 1865.

auf dem Wege reiner Inzucht fruchtbar fortgepflanzt. Ebenso haben sorgfältige Versuche über Bastardirung von Pflanzen, insbesondere die Beobachtungen von W. Herbert zu dem Ergebniss geführt, dass manche Bastarde unter sich so vollkommen fruchtbar wie die reinen Stammarten sind.

Auch im freien Naturleben beobachtet man Mischformen verschiedener Arten, die nicht selten für selbstständige Arten gehalten und als solche beschrieben wurden (*Tetrao medius*, Bastard vom Auerhahn und Birkhuhn, *Abramidopsis Leuckarti*, *Blicopsis abramorutilus* u. A. sind nach v. Siebold Bastarde). Daher vermag die Sterilität der Bastarde nicht als Gesetz zu gelten, zumal auch zahlreiche Arten wild lebender Pflanzen als Bastardarten erkannt worden sind (Kölreuter, Gärtner, Nägeli — *Cirsium*, *Cytisus*, *Rubus*). Umsoweniger erscheint es für die der menschlichen Cultur unterworfenen Thiere zweifelhaft, dass nach allmäliger Gewöhnung und Umänderung aus ursprünglich verschiedenen Arten persistente Zwischenformen durch Kreuzung erzielt werden können.

Schon Pallas sprach in diesem Sinne die Ansicht aus, dass nahe verwandte Arten, welche sich anfangs nicht miteinander paaren oder nur unfruchtbare Bastarde liefern, nach lange fortgesetzter Domesticirung fruchtbare Nachkommen zeugen. Und in der That ist es bereits für einige unserer Hausthiere wahrscheinlich gemacht, dass sie in vorhistorischer Zeit auf dem Wege unbewusster Züchtung als die Abkömmlinge verschiedener Arten ihren Ursprung genommen haben. Insbesondere versuchte Rütimeyer diesen Weg der Entstehung für das Hausrind (*Bos taurus*) nachzuweisen, welches er als neuen Stamm aus der Kreuzung von mindestens zwei Stammformen (*Bos primigenius*, *brachyceros*) herleitet. Auch für das Hausschwein, die Hauskatze, die zahlreichen Hunderassen kann die Abstammung von mehreren wild lebenden Stammarten als gesichert gelten.

Blendlinge. Indessen wird man den erörterten Ausnahmsfällen gegenüber auf die stets vollkommene Fruchtbarkeit der durch Kreuzung verschiedener Rassen gleicher Art erzeugten Nachkommen, der *Blendlinge*, ein grosses Gewicht legen; doch gibt es auch hiervon einige Ausnahmen. Abgesehen von den Fällen, in welchen die Begattung verschiedener Rassen schon aus mechanischen Gründen unmöglich ist, scheinen sich nach den Beobachtungen zuverlässiger Thierzüchter gewisse Rassen nur schwierig zu kreuzen, ja sogar einzelne durch Zuchtwahl von gemeinsamem Stamme hervorgegangene Formen überhaupt nicht mehr fruchtbar zu begatten. Die von Europa aus in Paraguay eingeführte Hauskatze hat sich dort nach Rengger im Laufe der Zeit wesentlich verändert und eine entschiedene Abneigung gegen die europäische Stammform gewonnen. Das europäische Meerschwein paart sich nicht mehr mit der brasilianischen Form, von der es wahrscheinlich abstammt. Das Porto-Santo-Kaninchen, welches im 15. Jahrhundert von Europa aus auf *Porto-Santo* bei *Madeira* übertragen wurde, hat sich in dem Grade verändert, dass seine Kreuzung mit den europäischen Kaninchenrassen nicht mehr gelingt.

Lamarck's Descendenzlehre, basirt auf die Theorie der directen oder functionellen Anpassung.

Bei der Unmöglichkeit, den Artbegriff scharf zu definiren, waren schon am Anfange dieses Jahrhunderts angesehene und ausgezeichnete Naturforscher, einerseits durch die ununterbrochene Stufenreihe der Formen, andererseits durch die Resultate der sogenannten künstlichen Züchtung, zur Bekämpfung der herrschenden Ansicht von der Unabänderlichkeit der Arten veranlasst. Lamarck stellte bereits im Jahre 1802 [1]) und ausführlicher 1809 in seiner „*Philosophie zoologique*" die Lehre von der Abstammung der Arten von einander auf, indem er die allmäligen Veränderungen theils von den wechselnden Lebensbedingungen, vornehmlich aber vom Gebrauche und Nichtgebrauche der Organe ableitete.

Schon Lamarck war zur Ueberzeugung gelangt, dass die Art von der Abart nicht wesentlich verschieden sei und lediglich eine beschränkte, bestimmten Lebensbedingungen entsprechende Dauer besitze, dass ferner die Gesammtheit der lebendigen und untergegangenen Organismen eine grosse, genetisch zusammenhängende Entwicklungsreihe repräsentire. Er beurtheilte den Artbegriff in demselben Sinne wie die übergeordneten Kategorien des Systems von der Gattung an bis zur Classe als dem Bedürfnisse des Vergleiches entsprungene Hilfsmittel des menschlichen Verstandes, der sich derselben bedient, um zu einer geordneten Uebersicht der Organismen zu gelangen. Diese aber betrachtete er im strengen Sinne als Naturerzeugnisse, die einfachsten durch Urzeugung entstanden, die übrigen im Laufe bedeutender Zeitperioden durch allmälig fortschreitende Differenzirung aus jenen hervorgegangen und stufenweise zu immer höherer Entwicklung bis zu den Säugethieren und an deren Spitze bis zum Menschen vorgeschritten.

Als Triebkraft und Hebel der allmälig sich verändernden und zu immer grösserer Complication erhebenden Organisation wurden in erster Linie die Bedürfnisse der Organismen und deren Bestreben verwerthet, die vorhandenen Organe den veränderten Verhältnissen entsprechend zu gebrauchen. Die grossen Umgestaltungen, welche alle Theile der Erdoberfläche im Laufe der Zeit erlitten haben, mussten bei den Thieren Modificationen in den Bedürfnissen hervorrufen, welche ihrerseits wieder auf die Thätigkeiten zurückwirkten, bei längerer Andauer neue Gewohnheiten veranlassten und den Gebrauch einzelner Organe begünstigten, anderer verhinderten. So entstanden Veränderungen in der Gestaltung der Organismen, welche auf die Nachkommen vererbt, in diesen erhalten und durch die gleiche, von Neuem wirkende Ursache in der Generationsfolge gesteigert wurden. Indem die Natur die stufenweise zur Entwicklung

[1]) Lamarck, Recherches sur l'organisation des corps vivants et particulièrement sur son origine, sur les causes et ses développements et des progrès de sa composition etc. Paris, 1802.

gebrachten Formen in eine grosse Mannigfaltigkeit von Lebensverhältnissen auf allen bewohnbaren Theilen der Erdoberfläche versetzte, welche während kürzerer oder längerer Zeitperioden Umgestaltungen erfuhren, schuf sie durch Anpassung die Unzahl der Abänderungen. So erklärte er die Schwimmhäute zwischen den Zehen aus dem Gebrauche der Extremitäten zur Bewegung im Wasser, in welches die Thiere durch das Nahrungsbedürfniss getrieben wurden, entstanden und versuchte die allmälige Entwicklung des Flugvermögens durch die in Hautausbreitungen verschiedener Säugethiere (*Petaurus, Pteromys, Galeopithecus*) gegebenen Anfangsstufen, welche zunächst die Bewegung in weiten Sprüngen unterstützten, dann bei andauerndem Gebrauche und stärkerer Entwicklung zum Flattern und Fliegen der Fledermaus führten, verständlich zu machen. Die verlängerten Zungen von Vögeln und Säugethieren, welche ihre Nahrung aus tiefen Spalten oder Blüthenkelchen, beziehungsweise aus Erdhaufen hervorzuholen gezwungen seien, wurden auf den verstärkten Gebrauch zurückgeführt, die Verkümmerung des Auges beim Maulwurf und höhlenbewohnenden Thieren, der Verlust der Extremitäten bei Schlangen und Kriechthieren, der Zähne in den Kiefern der Walfische und vieler Edentaten als Folge des Nichtgebrauches abgeleitet.

Indessen war Lamarck weit entfernt, sein Princip der activen Anpassung, nach welchem die von Aussen einwirkenden Umstände und die durch dieselben veranlassten Thätigkeiten und Gewohnheiten die Form des Körpers und Beschaffenheit der Organisation im Laufe der Zeit veränderten, für ausreichend zu halten, um mittelst desselben den gesammten Entwicklungsprocess und die natürliche Ordnung in der Stufenreihe der Organismen zu erklären. Dieselbe stellte er vielmehr auf Rechnung einer ersten unerforschlichen Ursache, bedingt durch den Willen des erhabenen Urhebers aller Dinge. Lamarck, den man in tendenziöser Entstellung des Sachverhaltes als strengen Monisten zu preisen beliebt, nahm keinen Anstand, die Grenzen des menschlichen Vermögens in Betreff der mechanischen Erklärung des Welträthsels anzuerkennen und die Grösse der Macht zu bewundern, welche der Natur die Fähigkeit gab, die allmälige Stufenordnung in der Entwicklung auf dem Wege strenger Naturgesetze durchzuführen. Lamarck unterschied sehr wohl zwischen jener Ursache, welche in dem natürlichen Entwicklungsprocess unaufhörlich auf die Complication der Organisation hinstrebt und für Thiere und Pflanzen die vom „erhabenen Urheber" aller Dinge eingesetzte Stufenordnung begründete, und den für uns erkennbaren, von der Natur in Anwendung gebrachten Mitteln, durch Anpassung die unzähligen Abänderungen der Arten herzustellen. Die erstere Ursache fällt für Lamarck zusammen mit dem grossen Naturgesetz, welches, wie nach einem von der Natur befolgten Plane für sich allein gleichmässig wirksam, eine einfache ununterbrochene und regelmässige Folgereihe von Lebensformen hergestellt haben würde. Neben derselben aber ist es der für uns erkennbare Einfluss der äusseren Verhältnisse, des Wohnortes, der angenommenen Gewohnheiten, welcher die Stufenfolge zu einer unregelmässigen

gestaltet und die zahlreichen, oft bizarren Abweichungen veranlasst. Freilich ist es im Einzelnen oft schwer, das der Abstufung Angehörige von dem, was sich als Ergebniss der Lebensweise und Anpassung entwickelt hat, scharf abzugrenzen.

Ziemlich gleichzeitig mit Lamarck sprach Geoffroy St. Hilaire als Verfechter der Idee von der einheitlichen Organisation aller Thiere vor seinem Gegner Cuvier die Ueberzeugung aus, dass die Arten nicht vom Anfang an in unveränderter Weise existirt hätten. Obwohl im Wesentlichen mit der Lehre Lamarck's in Uebereinstimmung, schrieb er der eigenen Thätigkeit des Organismus für die Umbildung einen geringeren Einfluss zu und glaubte die Umgestaltungen durch die directe Wirkung der Veränderungen der Aussenwelt (*monde ambiant*) erklären zu können. So stellte er sich beispielsweise vor, dass in Folge des vermehrten Sauerstoffgehaltes der Atmosphäre das Blut der höheren Vertebraten eine gesteigerte Temperatur gewonnen habe, und die Schuppen von Reptilien zu Federn geworden seien.

Auch Goethe ist, wenn nicht als Mitbegründer der Descendenzlehre — da ihm die Vorstellung von der factischen Umwandlung der Arten fehlte — so doch als Anhänger und Vertheidiger des natürlichen Entwicklungsprincips zu nennen. Durch die Art seiner Naturbetrachtung war derselbe zu einer geistvollen Vergleichung des nebeneinander bestehenden Mannigfaltigen geführt, welches sich seinem geistigen Auge nicht nur in harmonischer Wechselbeziehung, sondern in „unaufhaltsam fortschreitender Umbildung" darstellte. Von dem Gedanken erfüllt, in der Mannigfaltigkeit der Erscheinungen die Einheit der Grundlage nachzuweisen, wurde er der Entdecker des Zwischenkiefers beim Menschen und der Metamorphose der Pflanzen (auch Begründer der freilich in neuerer Zeit als unhaltbar erkannten Wirbeltheorie des Schädels).

Auf die Ansichten von Lamarck und Geoffroy musste dann später die Umgestaltung der geologischen Grundanschauungen zurückführen. Anstatt durch die Cuvier'sche Lehre von grossen Erdrevolutionen und aussergewöhnlichen, alles Leben vernichtenden Katastrophen, suchte Lyell (*Principles of Geology*) die geologischen Veränderungen aus den noch heute ununterbrochen und allmälig wirkenden Kräften mit Benützung sehr bedeutender Zeiträume zu erklären. Indem die Geologen mit Lyell die Hypothese von zeitweise erfolgten Störungen des gesetzmässigen Naturverlaufes aufgaben, mussten sie auch die Continuität des Lebendigen für die aufeinanderfolgenden Perioden der Erdbildung annehmen und die grossen Veränderungen der organischen Welt auf kleine und langsam, aber während grosser Zeiträume ununterbrochen wirkende Einflüsse zurückzuführen suchen. Die Veränderlichkeit der Art, die Entstehung neuer Arten aus älteren Stammformen im Laufe unendlicher Zeiträume wird demnach seit Lyell als nothwendiges Postulat von der Geologie in Anspruch genommen, um auf natürlichem Wege ohne die Voraussetzung wiederholter Schöpfungsacte die Verschiedenheiten der Thiere und Pflanzen für die aufeinanderfolgenden Perioden zu erklären.

Darwin's Theorie der natürlichen Auswahl, Selectionstheorie.

Indessen bedurfte es einer besser begründeten und durch ein festeres Fundament gestützten Theorie, um der unbeachtet gebliebenen Transmutationshypothese grösseren Nachdruck zu verleihen, und es ist das Verdienst des englischen Naturforschers Charles Darwin, mit Benützung eines umfassenden wissenschaftlichen Materials für die Entstehung und Umwandlung der Arten eine Lehre begründet zu haben, welche in engem Anschlusse an die Ansichten Lamarck's und Geoffroy's und im Einklange mit den von Lyell aufgestellten Sätzen sowohl durch die Einfachheit des Princips, als durch die objective und überzeugende Durchführung schon jetzt, wenn auch in modificirter Form, zu fast allgemeiner Anerkennung gelangt ist.

Darwin[1]) geht von den Erscheinungen der *Vererbung* aus, nach welchen sich die Charaktere der Eltern auf die Nachkommen übertragen. Daneben besteht jedoch eine durch die besonderen Ernährungsverhältnisse bedingte *Anpassung*, eine beschränkte *Variabilität* der Formgestaltung, ohne welche die Individuen gleicher Abstammung identisch sein müssten. Mit der Vererbung des Gleichartigen verknüpft sich die individuelle Variation in den Eigenschaften der Nachkommen, und es entstehen Abänderungen, auf welche von Neuem das Gesetz der Vererbung Anwendung findet. Vornehmlich sind die Culturpflanzen und Hausthiere, deren Einzelwesen weit mehr variiren als die im freien Naturzustande lebenden Geschöpfe, zu Abänderungen geneigt, und *Culturfähigkeit* ist im Grunde nichts Anderes als die Fähigkeit, veränderten Bedingungen der Ernährung und Lebensweise den Organismus unterzuordnen und anzupassen. Es beruht die (sogenannte *künstliche*) *Züchtung*, durch welche es dem Menschen gelingt, mittelst zweckmässiger *Auswahl* bestimmte, seinen Bedürfnissen entsprechende Eigenschaften der Thiere und Pflanzen zu erzielen, auf der Wechselwirkung von Vererbung und individueller Variation, und es ist sehr wahrscheinlich, dass auf diesem Wege die zahlreichen Hausthierrassen in früheren Zeiten *unbewusst* vom Menschen gezüchtet worden sind, wie heutzutage mit Absicht durch zweckmässige Auswahl männlicher und weiblicher Zuchtthiere neue Varietäten in immer grösserer Zahl gezüchtet werden. Aber auch im Naturleben wirken ähnliche Vorgänge, um Abänderungen und Varietäten in's Leben zu rufen. Es gibt auch im Naturleben eine (sogenannte *natürliche*) *Züchtung*, welche, durch den Kampf der Organismen um die Existenz in's Leben gerufen, bei der Kreuzung eine *natürliche Auswahl* veranlasst. Alle Thiere und Pflanzen stehen, wie vor Decennien Decandolle und Lyell erörtert hatten, in gegenseitiger Mitbewerbung und ringen untereinander und mit den äusseren Lebensbedingungen um ihre Erhaltung. Die Pflanze kämpft gegen die Verhältnisse

[1]) Ch. Darwin, On the origin of species by means of natural selection. London, 1859. Ferner Ch. Darwin, Das Variiren der Thiere und Pflanzen im Zustande der Domestication, übersetzt von V. Carus. Band I und II. 2. Auflage. Stuttgart, 1873.

des Klimas, der Jahreszeit und des Bodens, sie steht aber auch mit anderen Pflanzen in Mitbewerbung um die Erhaltung, indem sie diesen durch überreiches Wachsthum die Möglichkeit des Fortbestehens entzieht. Die Thiere stellen den Pflanzen nach und zerstören dieselben beständig in grosser Menge, sie leben aber auch untereinander in gegenseitigem Vernichtungskriege, und zwar ernähren sich die Fleischfresser grossentheils von Pflanzenfressern. Dabei sind Alle bestrebt, sich in starkem Verhältnisse zu vermehren. Jeder Organismus erzeugt weit mehr Abkömmlinge, als überhaupt bestehen können. Einer bestimmten Grösse der Fruchtbarkeit entspricht bei jeder Art ein gewisses Mass der Zerstörung, denn fiele die letztere aus, so würde sich die Zahl ihrer Individuen in geometrischer Progression so ausserordentlich vermehren, dass keine Gegend das Erzeugniss ernähren könnte. Fiele umgekehrt der durch die Fruchtbarkeit, Grösse, besondere Organisation, Färbung etc. gegebene Schutz hinweg, so müsste die betreffende Art bald von der Erde verschwinden. Unter den verwickelten Lebensbedingungen und gegenseitigen Beziehungen ringen selbst die entferntesten Glieder (wie der Klee und die Mäuse) um's Dasein, aber der heftigste Kampf betrifft die Einzelwesen derselben Art, welche die gleiche Nahrung suchen und gleichen Gefahren ausgesetzt sind. In diesem Kampfe werden nothwendig diejenigen Individuen, welche durch ihre besonderen Eigenschaften am günstigsten gestellt sind, am meisten Aussicht haben, zu überdauern und ihresgleichen zu erzeugen, also auch die der Art nützlichen Abänderungen fortzupflanzen und in den Nachkommen zu erhalten, beziehungsweise zu vergrössern. Wie die sogenannte künstliche Züchtung eine durch die Vortheile des Menschen bestimmte absichtliche Auswahl trifft, um allmälig merkliche Abänderungen zu schaffen, so besteht auch im Naturleben in Folge des Kampfes um die Existenz eine Züchtung, und diese führt zu einer *natürlichen Auswahl*, welche die einer Art vortheilhaften Abänderungen in's Leben ruft. Da aber der Kampf um's Dasein zwischen den nächststehenden Lebensformen um so heftiger sein muss, je mehr sie sich gleichen, so werden die am meisten divergirenden die grösste Aussicht haben, fortzubestehen und Nachkommen zu erzeugen; daher ist die Divergenz des Charakters und das Erlöschen der Mittelformen nothwendige Folge. Allmälig werden durch Combinirung nützlicher Eigenschaften und durch Häufung ursprünglich sehr kleiner vererbter Eigenthümlichkeiten immer weiter auseinanderweichende Varietäten entstehen, was Darwin an freilich erdachten Beispielen nachzuweisen suchte. Es erklärt sich auch, weshalb Alles an den Organismen zweckmässig eingerichtet ist, um scheinbar die Existenz auf die beste Weise sicherzustellen. *Die grosse Reihe von Erscheinungen, welche man bisher nur teleologisch umschreiben konnte, wird somit auf Causalverhältnisse, auf nothwendig wirkende Ursachen zurückgeführt* und in ihrem natürlichen Zusammenhange verständlich gemacht.

Diese Lehre von der *natürlichen Züchtung* (*Selectionstheorie*) stützt sich einerseits auf die Wechselwirkung von Vererbung und Anpassung, andererseits auf den überall in der Natur nachweisbaren *Kampf um's Dasein* und erscheint

als das Fundament der Darwin'schen Theorie. In ihrem Grundgedanken eine Anwendung der Populationslehre von Malthus auf das Thier- und Pflanzenreich, wurde sie gleichzeitig mit Darwin auch von Wallace [1]) entwickelt, von Darwin aber in der umfassendsten wissenschaftlichen Begründung durchgeführt. Freilich müssen wir eingestehen, dass die Züchtungslehre Darwin's, obwohl auf biologische Vorgänge und offenbar wirksame Gesetze des Naturlebens gestützt, doch weit davon entfernt ist, die letzten Ursachen und den physikalischen Zusammenhang für die Erscheinungen der Anpassung und Vererbung aufzudecken, da sie nicht die Gründe nachzuweisen vermag, weshalb diese oder jene Variation als nothwendig bestimmte Folge veränderter Lebens- und Ernährungsbedingungen auftreten muss, und wie sich die mannigfachen und wunderbaren Erscheinungen der Vererbung als Functionen der organischen Materie ergeben. Offenbar ist es eine *starke Uebertreibung*, wenn begeisterte Anhänger [2]) die Theorie Darwin's Newton's Gravitationstheorie als ebenbürtig an die Seite setzen, „weil dieselbe auf ein einziges Grundgesetz, eine einzig wirkende Ursache, nämlich auf die Wechselwirkung der Anpassung und Vererbung", gestützt sei. Sie übersehen, dass es sich hier nur um den Nachweis eines mechanisch causalen Zusammenhanges zwischen *biologischen* Erscheinungsreihen, nicht im Entferntesten aber um eine *physikalische* Erklärung handelt. Wenn wir auch berechtigt sind, die Erscheinungen der Anpassung auf Vorgänge der Ernährung zu beziehen und die Erblichkeit als eine „physiologische Function" des Organismus aufzufassen, so stehen wir doch zur Zeit diesen Erscheinungen gegenüber wie „der Wilde dem Linienschiffe". Während die verwickelten Erscheinungen der Vererbung [3]) vielfach räthselhaft bleiben, sind wir nur für gewisse Veränderungen der Organe im Stande, uns in allgemeiner Umschreibung physikalische Gründe aus den veränderten Bedingungen des Stoffwechsels zurecht zu legen: nur selten vermögen wir — wie im Falle der Wirkung des Gebrauches und Nichtgebrauches — in mehr directer Weise die vermehrte oder verminderte Ernährung, also eine chemisch-physikalische Ursache, für die Vergrösserung oder Verkümmerung der Organe einzusehen.

Man hat Darwin häufig vorgeworfen, dass er in seinem Erklärungsversuche für das Auftreten von Varietäten dem Zufall eine bedeutende Rolle einräume, das ganze Gewicht auf die Wechselverkettungen der Organismen im Kampfe um's Dasein lege, dagegen den directen Einfluss physikalischer Wirkung auf Formabweichungen unterschätze. Dieser Vorwurf scheint jedoch aus einem Missverständniss zu entspringen. Darwin sagt selbst, dass der öfter von ihm gebrauchte Ausdruck „Zufall" — für das Auftreten irgendwelch' kleiner

[1]) Vergl. A. R. Wallace. Beiträge zur Theorie der natürlichen Zuchtwahl. Autorisirte deutsche Ausgabe von A. B. Meyer. Erlangen, 1870.

[2]) Vergl. E. Haeckel, Natürliche Schöpfungsgeschichte. 4. Auflage. Berlin, 1873.

[3]) Offenbar ist es ein Missbrauch mit dem Begriff des Wortes „Gesetz", wenn man die zahlreichen, theilweise sich widersprechenden und beschränkenden Erscheinungen der Vererbung als eben so viele Vererbungs-„Gesetze" darstellt, wie solches E. Haeckel thut.

Abänderung — eine ganz incorrecte Ausdrucksweise sei, nur geeignet, unsere gänzliche Unwissenheit über die physikalische Ursache jeder besonderen Abweichung zu bekunden. Wenn Darwin allerdings durch eine Reihe von Betrachtungen zu dem Schlusse kommt, den Lebensbedingungen, wie Klima, Nahrung etc., für sich allein einen nur geringen directen Einfluss auf Veränderlichkeit zuzuschreiben, da z. B. dieselben Varietäten unter den verschiedensten Lebensbedingungen entstanden seien und verschiedene Varietäten unter gleichen Bedingungen auftreten, auch die zusammengesetzte Anpassung von Organismus an Organismus unmöglich durch solche Einflüsse hervorgebracht sein können, so erkennt er doch den primären Anlass zu geringen Abweichungen der Structur in der veränderten Beschaffenheit der Nahrungs- und Lebensbedingungen; *erst die natürliche Zuchtwahl häuft und verstärkt jene Abweichungen in dem Masse, dass sie für uns wahrnehmbar werden* und eine in die Augen fallende Variation bewirken. Gerade auf der innigen Verknüpfung directer physikalischer Einwirkung mit dem Erfolge der natürlichen Zuchtwahl beruht die Stärke der Darwin'schen Lehre.

Die Entstehung von *Varietäten* und *Rassen* würde aber nur der erste Schritt in den Vorgängen der stetigen Umbildung der Organismen sein. Wie langsam auch der Process der Zuchtwahl wirken mag, so bleibt doch keine Grenze für den Umfang und die Grösse der Veränderungen, für die endlose Verknüpfung der gegenseitigen Anpassungen der Lebewesen, wenn man für die Wirksamkeit der natürlichen Zuchtwahl sehr lange Zeiträume in Anschlag bringt. Mit Hilfe dieses neuen Factors der bedeutenden Zeitdauer, welche nach den Thatsachen der Geologie nicht von der Hand gewiesen werden kann und in unbegrenztem Masse zur Verfügung steht, wird der Uebergang von Varietäten zu Arten verständlich. Indem die ersteren im Laufe der Zeit immer mehr auseinanderweichen, — und je mehr sie das thun und in ihrer Organisation different werden, um so besser werden sie geeignet sein, verschiedene Stellen im Haushalte der Natur auszufüllen, um so mehr an Zahl zunehmen — gewinnen sie schliesslich die Bedeutung von Arten, welche sich im freien Naturleben nicht mehr kreuzen oder wenigstens nur ausnahmsweise noch Nachkommen erzeugen. *Nach Darwin ist daher die Varietät die beginnende Art.* Varietät und Art sind durch continuirliche Abstufungen verbunden und nicht absolut von einander getrennt, sondern nur relativ durch die Grösse der Unterschiede in den morphologischen (Formcharakteren) und physiologischen (Kreuzungsfähigkeit) Eigenschaften verschieden.

Dieser Schluss Darwin's, welcher die Resultate der natürlichen Züchtung von der *Varietät* auf die *Art* ausdehnt, findet besonders von Seite solcher Gegner, welche dem herkömmlichen Begriff die Erscheinungen des Naturlebens unterordnen, eine hartnäckige und oft erbitterte Bekämpfung. Wenn dieselben auch die Thatsachen der Variabilität nicht läugnen und selbst den Einfluss der natürlichen Zuchtwahl auf Bildung von natürlichen Rassen zugestehen, so bleiben sie doch dem Glauben an eine absolute Scheidewand zwischen Art und

Abart treu. In der That sind wir aber nicht im Stande, eine solche Grenzlinie zu ziehen. Weder die Qualität der unterscheidenden Merkmale, noch die Resultate der Kreuzung liefern uns entscheidende Kriterien für Art und Abart. Die Thatsache aber, *dass wir keine befriedigende Definition für den Artbegriff geben können, eben weil wir Art und Varietät nicht scharf von einander abzugrenzen vermögen*, fällt für die Zulässigkeit der Darwin'schen Schlussfolgerung um so schwerer in die Wagschale, als weder die Variabilität der Organismen und der Kampf um's Dasein, noch die sehr lange Zeitdauer für die Existenz des Lebendigen bestritten werden können. Die Variabilität der Formen ist ein feststehendes Factum, ebenso der Kampf um's Dasein. Gibt man aber bei diesen beiden Factoren die Wirksamkeit der natürlichen Züchtung zu, so wird man zunächst die Varietäten- und Rassenbildung zu verstehen vermögen. Denkt man sich denselben Process, welcher zur Entstehung von Varietäten führt, in einer immer grösseren Zahl von Generationen fortgesetzt und während viel ausgedehnterer Zeiträume wirksam — in deren Verwendung man um so weniger beschränkt sein kann, als mit Hilfe derselben Astronomie und Geologie zahlreiche Erscheinungen zu erklären vermögen — so werden sich die Abweichungen immer höher und zu dem Werthe von Artverschiedenheiten steigern.

In noch grösseren unbegrenzbaren Zeiträumen werden sich die Arten bei gleichzeitigem Erlöschen der Zwischenglieder soweit von einander entfernen, dass sie verschiedene Gattungen repräsentiren. Demnach werden die tiefer greifenden Gegensätze der Organisation, wie sie in den stufenweise höheren Kategorien des Systems zum Ausdruck kommen, ihrem Ursprung nach in entsprechend ältere Zeiten zurückreichen. Schliesslich dürften auch die verschiedenen Stammformen der Classen eines Kreises auf denselben Ausgangspunkt zurückzuführen sein, und da die verschiedenen Thierkreise durch mannigfaltige Zwischenglieder verknüpft sind, so wird sich die Zahl der Stammformen ausserordentlich reduciren. Wahrscheinlich ist die ungeformte contractile Substanz, Sarcode oder Protoplasma, der Ausgangspunkt alles organischen Lebens gewesen.

Sind diese Annahmen richtig, so hat *die Art die Bedeutung einer selbstständigen unveränderlichen Einheit* verloren und erscheint in der grossen Entwicklungsreihe nur als vorübergehender, auf kürzere oder längere Zeitperioden beschränkter und veränderlicher Formenkreis, *als Inbegriff der Zeugungskreise, welche bestimmten Lebensbedingungen entsprechen und unter diesen ihre wesentlichen Merkmale unverändert erhalten.* Die verschiedenen Kategorien des Systems bezeichnen den näheren oder entfernteren Grad der Verwandtschaft, und das System ist der Ausdruck der genealogischen, auf Abstammung gegründeten Blutsverwandtschaft. Dasselbe muss aber als eine lückenhafte und unvollständige Stammtafel erscheinen, da die ausgestorbenen Urahnen der jetzt lebenden Organismen aus der geologischen Urkunde nur sehr unvollkommen zu erschliessen sind, unzählige Zwischenglieder fehlen und vollends aus den

ältesten Zeiten keine Spuren organischer Ueberreste erhalten sind. Nur die letzten Glieder des unendlich umfassenden und verästelten Stammbaumes stehen uns in ausreichender Zahl zur Verfügung, nur die äussersten Spitzen der Zweige sind vollständig erhalten, während von den zahllosen, auf das Mannigfaltigste ramificirten Aestchen lediglich hie und da ein Knotenpunkt nachgewiesen wird. Daher erscheint es bei dem gegenwärtigen Stande unserer Erfahrungen ganz unmöglich, eine hinreichend sichere Vorstellung von diesem natürlichen Stammbaum der Organismen zu gewinnen, und wenn man auch in E. Haeckel's genealogischen Versuchen die Kühnheit der Speculation bewundert, so wird man doch zugestehen, dass zur Zeit im Einzelnen einer Unzahl von Möglichkeiten freier Spielraum bleibt und das subjective Ermessen anstatt des objectiven Thatbestandes in den Vordergrund tritt. Man wird sich daher vorläufig mit einer unvollständig erkannten, mehr oder minder künstlichen Anordnung begnügen, obwohl *der Begriff des natürlichen Systems theoretisch* festgestellt ist.

Beweisgründe für die Transmutationslehre.

Wenn man die Transmutationslehre und die zur Begründung derselben aufgestellten Theorien von Lamarck und Darwin einer Kritik unterzieht, so ergibt sich sehr bald, dass eine *directe* Beweisführung zur Zeit und wohl überhaupt für die Forschung unmöglich ist, da sich die Lehre auf Voraussetzungen stützt, welche sich der Controle directer Beobachtung entziehen. Während nämlich für die Umwandlungen der Formen unter natürlichen Lebensbedingungen Zeiträume gefordert werden, die auch nicht annähernd menschlicher Beobachtung zur Verfügung stehen, sind anderseits die bestimmten und sehr complicirten Wechselwirkungen, welche im Naturleben Thiere und Pflanzen im Sinne der natürlichen Züchtung zu verändern bestreben, nur im Allgemeinen abzuleiten, im Einzelnen aber so gut als unbekannt. Auch entziehen sich die unter dem Einflusse der natürlichen Züchtung stehenden Thiere und Pflanzen dem Experimente des Menschen vollständig, und die verhältnissmässig wenigen Formen, welche der Mensch früher oder später in seine volle Gewalt gebracht hat, sind durch die sogenannte *künstliche* Zuchtwahl verändert und umgestaltet. Die Wirkung der *natürlichen* Züchtung im Sinne Darwin's ist daher selbst für die Entstehung von Varietäten nur an erdachten Beispielen zu beleuchten und wahrscheinlich zu machen.

Dahingegen lässt sich für die Richtigkeit der Descendenz- und Transmutationslehre, die bisher durch keine Lehre besser gestützt wurde als durch die Selectionslehre Darwin's, ein so vollständiger Wahrscheinlichkeitsbeweis nicht nur durch *die gesammte Morphologie*, sondern auch mit Hilfe der *Ergebnisse der Paläontologie* und *der geographischen Verbreitung* führen, dass die Richtigkeit derselben nicht zweifelhaft erscheinen kann und zur Zeit auch von allen hervorragenden Biologen als sicher begründet anerkannt wird.

Betrachtet man die Transmutation der Art, welche nicht durch unmittelbare Beobachtungen zu beweisen ist, als eine Hypothese, so wird der Werth derselben nach den Thatsachen und Erscheinungen des Naturlebens zu beurtheilen sein.

1. Die Bedeutung der Morphologie.

In diesem Sinne erscheint die gesammte Morphologie als eingehender indirecter Beweis. Die auf Uebereinstimmung in wichtigen oder geringfügigen Merkmalen gegründeten Aehnlichkeitsabstufungen der Arten, welche man schon längst metaphorisch mit dem Ausdruck „*Verwandtschaft*" bezeichnete, führten zur Aufstellung der systematischen Kategorien, von denen die höchste, Kreis oder Typus, die Uebereinstimmung in den allgemeinsten, auf Organisation und Entwicklung bezüglichen Eigenschaften erfordert. Die Uebereinstimmung zahlreicher Thiere in dem allgemeinen Plane der Organisation, wie z. B. der Fische, Reptilien, Vögel und Säugethiere in dem Besitze einer festen, die Axe des Körpers durchsetzenden Säule, zu welcher die Centraltheile des Nervensystems rückenständig, die Organe der Ernährung und Fortpflanzung bauchständig liegen, erklärt sich sehr gut nach der Selections- und Descendenztheorie aus der Abstammung aller Wirbelthiere von einer gemeinsamen, die Charaktere des Typus besitzenden Stammform, während die Vorstellung von einem Schöpfungsplane auf eine Erklärung überhaupt Verzicht leistet. In gleicher Weise erklärt sich die Gemeinsamkeit der Charaktere, durch welche die übrigen Gruppen und Untergruppen von der Classe an bis zur Gattung ausgezeichnet sind, sowie die Möglichkeit, eine Subordination aller organischen Wesen in Abtheilungen unter allgemeinen Abtheilungen auszuführen. Auch die Unmöglichkeit einer scharf gegliederten Classificirung wird nach der Descendenzlehre durchaus verständlich. Die Theorie fordert eben die Existenz von Uebergangsformen zwischen den Gruppen näherer und entfernterer Verwandtschaft und erklärt aus dem Erlöschen zahlreicher nicht genügend ausgerüsteter Typen im Laufe der Zeit, dass gleichwerthige Gruppen einen so sehr verschiedenen Umfang haben und oft nur durch ganz vereinzelte Formen repräsentirt sein können.

Wie mit den allgemeinen zur Systematik verwertheten Charakteren, welche auf nähere oder entferntere Verwandtschaft hinweisen, verhält es sich nun überhaupt mit all' den unzähligen Thatsachen, welche die vergleichende Anatomie zu Tage gefördert hat. Betrachtet man beispielsweise die Bildung der Extremitäten oder den Bau des Gehirnes bei den Wirbelthieren, so ergibt sich trotz der grossen, zuweilen reihenweise sich abstufenden Verschiedenheiten eine gemeinsame Grundform, die aber in den Besonderheiten ihrer Theile, entsprechend den jedesmaligen Leistungen und Anforderungen der Lebensweise, in den einzelnen Abtheilungen auf das Mannigfaltigste modificirt und in geringerem oder höherem Masse differenzirt erscheint. Der Flosse der Wale, dem Flügel des Vogels, dem Vorderbeine des Vierfüsslers und dem Arme des Men-

schen liegen nachweisbar dieselben Knochenstücke zu Grunde, dort verkürzt und verbreitert in unbeweglichem Zusammenhange, hier verlängert und nach Massgabe der Verwendung in verschiedener Art gegliedert, bald in vollkommener Ausbildung aller Theile, bald in dieser oder jener Weise vereinfacht und theilweise oder völlig verkümmert.

Dimorphismus und Polymorphismus. Als wichtiges Zeugniss für die umfassende Wirksamkeit der Anpassung sind die Erscheinungen des Dimorphismus und Polymorphismus im Formenkreise derselben Species hervorzuheben, und unter diesen die Gegensätze der männlichen und weiblichen Geschlechtsthiere, welche sich aus ursprünglich gleichgestalteten Hermaphroditen entwickelt haben. Männchen und Weibchen weichen nicht nur darin ab, dass diese Eier, jene Samen erzeugen, sondern zeigen im Zusammenhange mit den verschiedenen Leistungen, welche an Eier- und Samenproduction anknüpfen, mannigfache secundäre Geschlechtscharaktere, deren Existenz mit Hilfe der natürlichen Zuchtwahl eine überaus zutreffende Erklärung findet. Wir können daher im gewissen Sinne von einer geschlechtlichen [1]) Zuchtwahl reden, durch welche zum Vortheil der Arterhaltung die beiden Geschlechtsformen im Laufe der Zeit allmälig, sowohl in Besonderheiten der Organisation und Gestalt, als in den Lebensgewohnheiten von einander entfernt wurden. Da das männliche Geschlecht ziemlich allgemein behufs der Begattung und Befruchtung mehr active Leistungen zu besorgen hat, finden wir begreiflich, dass die Männchen den Jugendformen gegenüber bedeutender umgestaltet sind als die Weibchen, welche das Material zur Bildung und Ernährung der Jungen erzeugen und die Brutpflege übernehmen. Sehr häufig fällt im männlichen Geschlechte die leichtere und raschere Beweglichkeit auf; bei zahlreichen Insecten sind nur die Männchen geflügelt, während die Weibchen wie die Larvenformen flügellos bleiben. In dem Kampfe, welchen die gleichartigen Männchen um den Besitz des Weibchens zu bestehen haben, werden die am meisten durch Kraft, Beweglichkeit, Organe zum Festhalten, Stimmproduction, Schönheit bevorzugten Individuen siegreich sein, während von den Weibchen im Allgemeinen diejenigen ihre Aufgabe am besten erfüllen, welche die für das Gedeihen der Nachkommenschaft besonders günstigen Eigenschaften besitzen. Indessen können auch auf mehr passivem Wege Verschiedenheiten zwischen beiden Geschlechtsformen in der Dauer der Entwicklung, in der Art des Wachsthums und der Formgestaltung etc. unter den besonderen Lebensverhältnissen der Art Nutzen bringen. Die secundären *Sexualcharaktere* können sich zuweilen in dem Masse steigern, dass sie zu wesentlichen und tiefgreifenden Modificationen des Organismus, zu einem wahren Dimorphismus des Geschlechtes führen (darmlose Männchen der *Rotiferen*, Zwergmännchen von *Bonellia*, *Trichosomum crassicauda*).

Bedeutungsvoll ist die Thatsache, dass gerade bei Parasiten der Dimorphismus des Geschlechtes das höchste Extrem erreicht. Bei vielen parasitischen

[1]) Ch. Darwin, The descent of man and selection in relation to sex. Vol. I und II. London, 1871.

Krebsen (*Siphonostomen*) werden solche Extreme von unförmig grossen, der Sinnes- und Bewegungsorgane, ja der Gliederung des Leibes verlustig gegangenen Weibchen mit winzig kleinen Zwergmännchen fast continuirlich durch zahlreiche Zwischenstufen vermittelt, und es liegen die Beziehungen geradezu auf der Hand, welche als Ursache des Sexualdimorphismus gewirkt haben. Der Einfluss günstiger Ernährungsbedingungen, wie sie durch den Parasitismus herbeigeführt werden, setzt die Nothwendigkeit der raschen und häufigen Ortsveränderung herab, erhöht im weiblichen Geschlechte die Productivität an Zeugungsmaterial und gestaltet die Körperform selbst in der Weise um, dass die Fähigkeit der Locomotion in verschiedenen Stufen herabsinkt und die Organe der Bewegung bis zum völligen Schwunde verkümmern. Der gesammte Körper gewinnt durch die enorm vergrösserten, mit Eiern erfüllten Ovarien eine plumpe, unförmige Gestalt, bildet Auswüchse und Fortsätze, in welche die Ovarien einwuchern, oder wird unsymmetrisch sackförmig aufgetrieben, verliert die Gliederung und hiermit die Verschiebbarkeit der Segmente und erfährt eine Rückbildung der Gliedmassen; der schlanke, biegsame Hinterleib, welcher beim freien Umherschwimmen die Ortsbewegung wesentlich unterstützt, reducirt sich mehr und mehr zu einem kurzen, ungegliederten Stummel; das Aussehen solcher Parasiten ist ein so fremdartiges, dass es begreiflich wird, wie man früher eine dieser abnormen Formengruppe, die *Lernaeen*, zu den Eingeweidewürmern, beziehungsweise zu den Mollusken, stellen konnte. In die Gestaltung des männlichen Thieres greift der Parasitismus nach einer anderen Richtung [1]) ein. Da das weibliche Geschlechtsthier hinter dem Typus seiner wohlgebauten freilebenden Verwandten zurückbleibt, entfernen sich beide Geschlechter morphologisch von einander um so weiter, als auch beim Männchen der Einfluss veränderter Lebensbedingungen auf die Form und Organisation umgestaltend einwirkt. Im männlichen Geschlecht vermag die günstigere und reichere Ernährung keineswegs so unmittelbar das Bedürfniss der Ortsbewegung und die Ausbildung der Bewegungsorgane herabzusetzen, denn dem Männchen bleibt nach wie vor die Aufgabe activer Geschlechtsthätigkeit und vor Allem die Aufsuchung des Weibchens zur Begattung. Selbst bei einer reducirten und schwerfälligen Locomotion führt hier der Parasitismus weder zum völligen Verlust der Gliederung, noch zu jenem unsymmetrischen Wachsthum, wie wir ein solches bei zahlreichen weiblichen Schmarotzerkrebsen beobachten. Die Quantität der zu producirenden Zeugungsstoffe, welche im Geschlechtsleben des Weibchens der Arterhaltung grossen Vortheil bringt und deshalb die Entstehung des unförmigen, grossen und plumpen Leibes begünstigen musste, tritt für die Sexualthätigkeit des Männchens in den Hintergrund, da eine minimale Menge von Sperma zur Befruchtung bedeutender Quantitäten von Eimaterial ausreicht. In diesem Zusammenhange wird die extreme Stufe des Parasitismus im männlichen Geschlecht auch bei beschränkter, mehr kriechender Locomotion

[1]) Vergl. C. Claus, die freilebenden Copepoden. Leipzig, 1863.

nicht zu einer ungegliederten bizarren Form des mächtig vergrösserten Leibes führen, sondern erzeugt umgekehrt die symmetrisch gebaute Zwerggestalt des Pygmäenmännchens. Diese aber wird selbst durch zahlreiche Zwischenstufen vermittelt. So finden wir unter den *Lernaeopoden* die Männchen von *Achtheres* der Grösse nach relativ wenig reducirt, während die echten Zwergmännchen von *Lernaeopoda*, auch der *Chondracanthiden*, winzigen Parasiten gleich, an dem Hinterleibsende des im Verhältniss riesengrossen Weibchens anhaften (Fig. 114). Die Bereitung einer beträchtlichen Menge von Sperma, die eine bedeutende Körpergrösse voraussetzt, würde hier als eine nutzlose Verschwendung von Material und Zeit im Leben der Art erscheinen und müsste schon durch den Regulator der natürlichen Züchtung beseitigt werden.

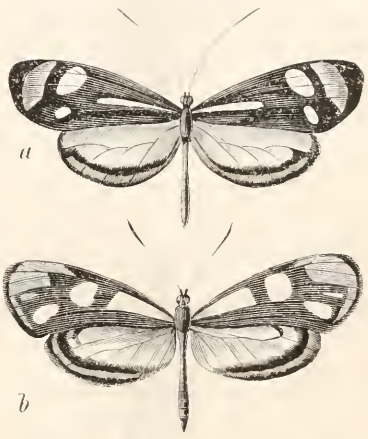
Indessen gibt es auch zahlreiche Beispiele von Dimorphismus und Polymorphismus innerhalb desselben Geschlechtes, aus welchen der umgestaltende Einfluss der Anpassung innerhalb des dem männlichen oder weiblichen Geschlechte zugehörigen Formenkreises erwiesen wird. Dimorphe Weibchen wurden beispielsweise bei Insecten beobachtet, z. B. bei malayischen Papilioniden (*P. Memnon, Pamnon, Ormenus*), bei einigen *Hydroporus*- und *Dytiscus*-Arten, sowie bei der Neuropterengattung *Neurotemis*. In der Regel bietet hier die eine weibliche Form eine nähere Beziehung in Gestalt und Farbe zu dem männlichen Thiere, dessen Eigenthümlichkeit sie angenommen hat. In anderen Fällen freilich haben die Verschiedenheiten mehr Beziehung zu Klima und Jahreszeit (Saisondimorphismus der Schmetterlinge) und betreffen auch die männlichen Thiere, oder sie stehen im Zusammenhang mit der verschiedenen Form der Fortpflanzung (Parthenogenese) und führen zu den Erscheinungen der *Heterogonie* (*Chermes, Phylloxera, Aphis*). Viel seltener treten zwei verschiedene Formen von Männchen mit ungleicher Gestaltung der zur Begattung bezüglichen secundären Sexualcharaktere auf, wie die durch Fritz Müller bekannt gewordenen „Riecher" und „Packer" einer Scheerenassel (*Tanais dubius*).

Neben den dimorphen Geschlechtsthieren können aber innerhalb derselben Art noch weitere zu bestimmten Leistungen befähigte Formengruppen auftreten, so dass sich ein wahrer *Polymorphismus* der zu gleicher Art gehörigen Individuen ergibt. Am bekanntesten sind derartige Fälle bei Insecten, welche in grossen Gesellschaften, sogenannten Thierstaaten, zusammenleben, wo eine dritte, zuweilen selbst wieder in mehrere differente Formenreihen gesonderte Individuengruppe gefunden wird, welche sich bei verkümmerten Geschlechtsorganen nicht fortzupflanzen vermag, dagegen in dem gemeinsamen Stocke die Arbeiten der Nahrungsbeschaffung, Vertheidigung und Brutpflege übernimmt und diesen Thätigkeiten angepasste Besonderheiten in Körperbau und Organisation zur Erscheinung bringt. Diese „sterilen Individuen" sind in den Hymenopterenstöcken verkümmerte Weibchen, die sich wiederum bei den Ameisen in Arbeiter und Soldaten gliedern, in den Stöcken der *Termiten* dagegen sind dieselben unter Verkümmerung der Geschlechtsorgane aus Weibchen

und Männchen hervorgegangen. Uebrigens kommen sterile Individuen auch bei Thierarten (Fischen) vor, welche nicht in sogenannten Thierstaaten zusammenleben, und sind in früherer Zeit auch für besondere Arten gehalten und als solche beschrieben worden. Am mannigfaltigsten aber erscheint der *Polymorphismus* an den zu Thierstöcken vereinigten Hydroiden, den *Siphonophoren*, ausgebildet.

Mimicry. Eine andere Reihe von Erscheinungen, welche in gleicher Weise für nützliche Abänderung durch Anpassung spricht, betrifft die sogenannte Nachäffung oder Mimicry. Dieselbe beruht darauf, dass gewisse Thierformen anderen sehr verbreiteten und durch irgendwelche Eigenthümlichkeiten vortheilhaft geschützten Arten in Form und Färbung zum Verwechseln ähnlich sehen, als wenn sie dieselben copirt hätten. Die Fälle von Mimicry, die vornehmlich durch Bates und Wallace bekannt geworden sind, schliessen sich an die so verbreitete schützende Aehnlichkeit, das heisst Uebereinstimmung vieler Thiere in Färbung und Körperform mit Gegenständen der äusseren Umgebung, unmittelbar an. So z. B. wiederholen unter den Schmetterlingen gewisse *Leptaliden* bestimmte Arten der Gattung *Heliconius*, welche durch einen gelben, unangenehm riechenden Saft vor der Nachstellung von Vögeln und Eidechsen geschützt zu sein scheinen, in der äusseren Erscheinung und in der Art des Fluges und theilen mit den nachgeahmten Arten Aufenthalt und Standort (Fig. 144). Die vollständige Parallele finden wir in den Tropen der alten Welt, wo die *Danaiden* und *Acraeiden* von Papilioniden copirt werden (*Danais niavius, Papilio hippocoon — Danais echeria, Papilio cenea — Acraea gea, Panopaea hirce*). Häufig sind Fälle von Mimicry zwischen Insecten verschiedener Ordnungen; Schmetterlinge wiederholen die Form von Hymenopteren, welche durch den Besitz des Stachels geschützt sind (*Sesia crabroniformis — Vespa crabro* etc.) (Fig. 145), ebenso gleichen gewisse Bockkäfer Bienen und Wespenarten (*Charis melipona, Odontocera odyneroides*), die Orthopterengattung *Condylodera tricondyloides* von den Philippinen einer Cicindelengattung (*Tricondyla*). Zahlreiche Dipteren zeigen Form und Färbung von stechenden Sphegiden und Wespen. Auch bei Wirbelthieren (Schlangen und Vögeln) sind einzelne Beispiele von Mimicry bekannt geworden.

Fig. 144.



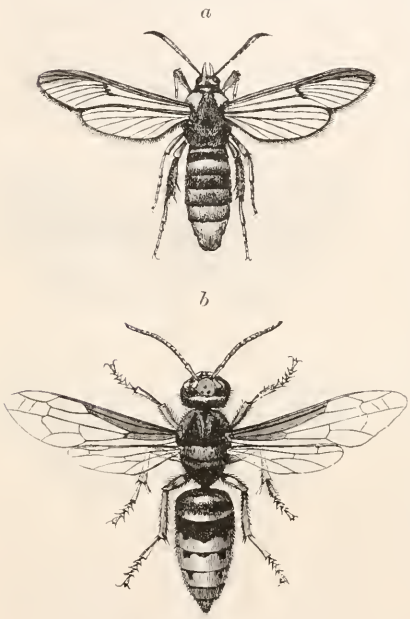
a Leptalis Theonoë var. *Leuconoë* (Pieride). — *b Ithomia Ilerdina* (die nachgeahmte Heliconide). Nach Bates.

Rudimentäre Organe. Auch das so verbreitete Vorkommen rudimentärer Organe erklärt sich nach der Selectionstheorie in befriedigender Weise aus dem Nichtgebrauch. Durch Anpassung an besondere Lebensbedingungen sind

die früher arbeitenden Organe ganz allmälig oder auch wohl plötzlich ausser Function gesetzt und in Folge der mangelnden Uebung im Laufe der Generationen immer schwächer geworden bis zur totalen Verkümmerung und Rückbildung (Parasiten). Dass die rudimentären Organe überhaupt nutzlos wären, lässt sich durchaus nicht für alle Fälle behaupten, im Gegentheile haben dieselben oft eine, wenn auch schwierig nachweisbare Nebenfunction (der primären Function gegenüber) für den Organismus gewonnen.

So treffen wir z. B. bei einigen Schlangen (Riesenschlangen) zu den Seiten des Afters kleine, mit je einer Klaue versehene Hervorragungen, *Afterklauen*, an. Dieselben entsprechen abortiv gewordenen Extremitätenstummeln und dienen nicht etwa wie die Hinterbeine zur Unterstützung der Locomotion, sondern sind wenigstens im männlichen Geschlechte Hilfswerkzeuge der Begattung. Die Blindschleichen besitzen trotz des Mangels von Vorderbeinen ein rudimentäres Schultergerüst und Brustbein, vielleicht im Zusammenhange mit dem Schutzbedürfnisse des Herzens oder mit einem Nutzen bei der Respiration. Wenn wir sehen, dass sich im Fötus vieler Wiederkäuer obere Schneidezähne entwickeln, die jedoch niemals zum Durchbruch gelangen, dass die Embryonen der Bartenwale in ihrem Kiefer Zahnrudimente besitzen, die sie bald verlieren und niemals zum Zerkleinern der Nahrung gebrauchen, so liegt es weit näher, diesen Gebilden eine Bedeutung für das Wachsthum der Kiefer zuzuschreiben, als sie für durchaus nutzlos zu halten. Die Flügelrudimente des Pinguins werden als Ruder verwendet, die der Strausse zur Unterstützung des Laufes und wohl als Waffen zur Vertheidigung, die Flügelstummel des Kiwis dagegen scheinen bedeutungslos. In vielen Fällen sind wir nicht im Stande, irgendwelche Function und Bedeutung im rudimentären Organe nachzuweisen, und es kann sogar den Anschein haben, als ob solche Ueberreste dem Organismus eher nachtheilig als nützlich wären.

Fig. 145.



a Trochilium apiforme (Sesia crabroniformis).
b Vespa crabro

Ontogenie. Auch die Resultate der *Entwicklungsgeschichte*, das heisst der *individuellen* Entwicklung vom Ei bis zur ausgebildeten Form (Ontogenie) beweisen die Wahrheit der Voraussetzungen der Descendenzlehre.

Schon die Thatsache, dass die zu einem Typus gehörigen Thiere in der Regel sehr ähnliche, mit gleichen Organanlagen ausgestattete Embryonen haben, und dass der Verlauf der Entwicklungsvorgänge überhaupt — von einigen

bemerkenswerthen Ausnahmen abgesehen — eine um so grössere Uebereinstimmung zeigt, je näher die systematische Verwandtschaft der ausgebildeten Formen ist, unterstützt die Annahme gemeinsamer Abstammung und die Voraussetzung verschiedener Abstufungen der Blutsverwandtschaft in hohem Grade. Sind in der That die engen und weiteren Kreise, welche systematischen Gruppen entsprechen, genetisch auf näher oder entfernter verwandte Grundformen zu beziehen, so wird auch die Geschichte der individuellen Entwicklung um so mehr gemeinsame Züge enthalten, je näher sich die Formen der Abstammung nach stehen. Gegen diese allgemein giltige Erscheinung kann nicht etwa die Thatsache verwerthet werden, dass in verschiedenen Thiergruppen die nächsten Verwandten ontogenetisch einen differenten Entwicklungsgang in der Richtung einschlagen, dass sich die einen mittelst Metamorphose oder Generationswechsel, die anderen direct ohne Larvenstadien entwickeln (Medusen — Distomeen, Polystomeen — Süsswasserkrebse, marine Decapoden etc.). Die Erklärung solcher Abweichungen wurde schon früher durch den Versuch gegeben, die directe Entwicklung als secundäre Form aus der Metamorphose, beziehungsweise dem Generationswechsel abzuleiten.

Dagegen finden wir in der Regel, dass bedeutender abweichende und unter sehr verschiedenen Existenzbedingungen stehende Thiere in ihrer postembryonalen Entwicklung bis zu einer früheren oder späteren Zeit ausserordentlich übereinstimmen. Dieselben können aber wiederum in der embryonalen Entwicklung differiren. Aber auch solche Fälle erklären sich aus den im Einzelnen abzuleitenden Erscheinungen der Anpassung, die nicht nur in dem Stadium der geschlechtlichen Form, sondern in jeder Entwicklungsperiode des Lebens ihren Einfluss ausübt und Veränderungen bewirkt, die sich in correspondirenden Altersstufen vererben, beziehungsweise in frühere Stadien zurückverlegt werden. Demgemäss haben nicht alle Larvenformen einen unmittelbar phyletischen Werth, sondern repräsentiren durch Anpassung wesentlich veränderte Zustände.

Die Erscheinungen der Metamorphose liefern zahlreiche Belege für die Thatsache, dass die Anpassungen der Jugendformen an ihre Lebensbedingungen ebenso vollkommen wie die des reifen Thieres sind; so wird es verständlich, weshalb zuweilen Larven mancher zu verschiedenen Ordnungen gehörigen Insecten untereinander eine grosse Aehnlichkeit haben und Larven von Insecten derselben Ordnung einander unähnlich sein können. Wenn sich im Allgemeinen in der Entwicklung des Individuums ein Fortschritt von einfacherer und niederer zu complicirter, durch fortgesetzte Arbeitstheilung vollkommener gewordener Organisation ausspricht — und wir werden zu diesem Vervollkommnungsgesetz der individuellen Entwicklung in dem grossen Gesetz fortschreitender Vervollkommnung für die Entwicklung der Gruppen eine Parallele kennen lernen — so kann doch in besonderen Fällen der Entwicklungsgang zu mannigfachen Rückschritten führen, so dass wir das reife Thier für tiefer stehend und niederer organisirt erklären als die Larve. Auch diese als „*regressive Metamorphose*“

bekannte Erscheinung (*Cirripedien* und *parasitische Crustaceen*) stimmt zu den Anforderungen der Züchtungslehre, da auch die Rückbildung und selbst der Verlust von Theilen unter vereinfachten Lebensbedingungen bei erleichtertem Nahrungserwerb (Parasitismus) für den Organismus von Vortheil sein kann.

Das Gleiche gilt für die Beziehungen zwischen der ontogenetischen Entwicklung zu den im System ausgesprochenen Abstufungen. Aus zahlreichen Beispielen ergibt sich, dass in den aufeinanderfolgenden Entwicklungsphasen des Fötallebens Züge sowohl der einfachern und tieferstehenden als der vollkommener organisirten Gruppen desselben Typus wiederkehren. Im Falle einer complicirten freien Entwicklung mittelst Metamorphose, deren Auftreten mit einer Vereinfachung der fötalen Entwicklung innerhalb der Eihüllen verknüpft ist, wird die Beziehung aufeinanderfolgender Larvenstadien zu den verwandten engeren Formkreisen des Systems, zu den verschiedenen Gattungen, Familien und Ordnungen oft unmittelbar ersichtlich. Beispielsweise wiederholen gewisse frühe Embryonalstadien der Säugethiere Bildungen, die zeitlebens bei niederen Fischen fortdauern. Spätere Zustände zeigen Eigenthümlichkeiten, welche persistenten Charakteren der Amphibien entsprechen. Die Metamorphose des Frosches beginnt mit einem Stadium, welches in Form, Organisation und Bewegungsweise an den Fischtypus anschliesst, und führt durch zahlreiche Larvenphasen hindurch, in welchen sich die Charaktere der anderen Amphibienordnungen (Perennibranchiaten, Salamandrinen) und einzelner Familien und Gattungen derselben wiederholen.

Biogenetisches Grundgesetz Die unbestreitbare Aehnlichkeit zwischen aufeinanderfolgenden Stadien in der Entwicklungsgeschichte des Individuums und zwischen den verwandten Gruppen des Systems berechtigt uns, eine Parallele zu constatiren zwischen jener und der Entwicklung der Arten, welche freilich in den Beziehungen der systematischen Gruppen einen höchst unvollkommenen Ausdruck findet und erst aus der Urgeschichte, für die uns die Paläontologie nur dürftiges Materiale liefert, erschlossen werden kann. Diese Parallele, die natürlich im Einzelnen gar mancherlei grössere und geringere Abweichungen zeigt, erklärt sich aus der Descendenzlehre, nach welcher, wie sich Fr. Müller [1]) ausdrückt, *die Entwicklungsgeschichte des Individuums als eine kurze und vereinfachte Wiederholung, gewissermassen als eine Recapitulation des Entwicklungsganges der Art erscheint.* Uebrigens war dieselbe bereits von zahlreichen älteren Forschern erkannt und wurde insbesondere von J. F. Meckel [2]) für alle wesentliche Organsysteme nachgewiesen. Schon Meckel begründete den Satz, dass eine der Entwicklung in der Thierreihe parallel laufende Entwicklung der einzelnen Organismen besteht, und bezeichnete denselben treffend als „Gleichung zwischen der Entwicklung des Embryo und der Thierreihe".

[1]) Fr. Müller, Für Darwin. Leipzig. 1864.

[2]) System der vergleichenden Anatomie, 1. Theil. Halle, 1821.

E. Haeckel hat dieses Verhältniss das *biogenetische Grundgesetz* genannt. Die in der Entwicklungsgeschichte des Individuums erhaltene geschichtliche Urkunde muss oft wegen der mannigfachen Anpassungen auch im Jugendzustand, beziehungsweise während des Larvenlebens, mehr oder minder verwischt und undeutlich werden. Ueberall da, wo die besonderen Bedingungen im Kampfe um die Existenz eine Vereinfachung als nützlich erfordern, wird die Entwicklung einen immer geraderen Weg vom Ei zum fertigen Thiere einschlagen und die Metamorphose abgekürzt in das Eileben zurückgedrängt werden, bis durch den gänzlichen Ausfall derselben die geschichtliche Urkunde völlig unterdrückt ist. Dagegen wird sich in den Fällen mit allmälig vorschreitender Verwandlung, mit stufenweise sich verändernden und unter ähnlichen oder gleichen Existenzbedingungen lebenden Jugendzuständen die Urgeschichte der Art minder unvollständig in der des Individuums wiederspiegeln.

2. Die Bedeutung der Geologie und Paläontologie.

Den Thatsachen der Morphologie parallel liefern die Ergebnisse der geologischen und paläontologischen Forschung wichtige Zeugnisse für die Richtigkeit der Lehre von der langsamen Umgestaltung der Arten und der allmäligen Entwicklung der Gattungen, Familien, Ordnungen etc. mittelst Abänderung der Arten. Zahlreiche und mächtige Gesteinschichten, welche im Laufe der Zeit in bestimmter Reihenfolge nacheinander aus dem Wasser abgelagert wurden (plutonische Gesteine), bilden im Verein mit gewaltigen, aus dem feuerflüssigen Erdinnern hervorgedrungenen Eruptivmassen, den vulkanischen Gesteinen, die feste Rinde unserer Erde. Die ersteren oder die sedimentären Ablagerungen, sowohl in ihrer ursprünglich meist horizontalen Schichtung, als in dem petrographischen Zustande ihrer Gesteine mannigfach verändert, enthalten eine Menge von zu Stein gewordenen Ueberresten einer vormals lebenden Thier- und Pflanzenbevölkerung begraben, die geschichtlichen Documente eines reichen Lebens während der früheren Perioden der Erdentwicklung. Obwohl uns diese sogenannten Petrefacten mit einer sehr bedeutenden Zahl und grossen Formenmannigfaltigkeit vorweltlicher Organismen bekannt gemacht haben, so bilden sie doch nur einen sehr kleinen Bruchtheil der ungeheuren Menge von Lebewesen, welche zu allen Zeiten die Erde bevölkert haben. Immerhin reichen dieselben zur Erkenntniss aus, dass zu den Zeiten, in welchen die einzelnen Ablagerungen entstanden sind, eine verschiedene Thier- und Pflanzenwelt existirte, die sich von der gegenwärtigen Fauna und Flora um so mehr entfernt, je tiefer die betreffenden Gesteine in der Schichtenfolge liegen, je weiter wir mit anderen Worten in der Geschichte der Erde zurückgehen. Untereinander zeigen die Versteinerungen verschiedener Ablagerungen eine um so grössere Verwandtschaft, je näher dieselben in der Aufeinanderfolge der Schichten aneinander grenzen. Jede sedimentäre Bildung eines bestimmten Alters hat im Allgemeinen ihre besonderen, am häufigsten auftretenden Charakterversteinerungen (sogenannte Leitfossile), aus denen man

unter Berücksichtigung der Schichtenfolge und des petrographischen Charakters der Gesteine mit einer gewissen Sicherheit auf die Stelle zurückschliessen kann, welche die zugehörige Schicht in dem geologischen Systeme einnimmt.

Zweifelsohne sind die Petrefacten neben der Aufeinanderfolge der Schichten das wichtigste Hilfsmittel zur Bestimmung des relativen geologischen Alters der Ablagerungen, jedenfalls weit wichtiger als die Beschaffenheit der Gesteine an und für sich. Wenn allerdings auch in früherer Zeit die Ansicht massgebend war, dass die Gesteine derselben Zeitperiode stets die gleiche, die zu verschiedenen Zeiten abgesetzten dagegen eine verschiedene Beschaffenheit darbieten müssten, so hat man doch diese Vorstellung als eine irrige aufgegeben. Die geschichteten oder sedimentären Ablagerungen entstanden zu jeder Zeit unter ähnlichen Bedingungen wie gegenwärtig durch Absatz von thonigem Schlamm, von fein zerriebenem oder gröberem Sand, von kleineren oder grösseren Geschieben und Geröllen, durch chemische Niederschläge von kohlensaurem und schwefelsaurem Kalk und Talk, von Kieselhydrat und Eisenoxydhydrat, durch Anhäufung fester Thierreste und Pflanzentheile. Zu festen Gesteinen, wie Thon- und Kalkschiefer, Kalkstein, Sandstein, Dolomit und Conglomeraten mancherlei Art wurden sie erst im Laufe der Zeit durch Wirkung verschiedener Ursachen, durch den gewaltigen mechanischen Druck aufliegender Massen und durch innere chemische Vorgänge u. s. w. umgestaltet.

Wenn auch in vielen Fällen der besondere Zustand der Gesteine Anhaltspunkte zur Orientirung über das relative Alter bieten mag, so steht es doch fest, dass gleichzeitige Sedimente einen ganz abweichenden petrographischen Charakter zeigen können, während andererseits Ablagerungen aus sehr verschiedenen Perioden gleiche oder kaum zu unterscheidende Felsarten gebildet haben.

Die alte Vorstellung, dass gleichzeitige Ablagerungen überall die gleichen Versteinerungen enthalten müssten, konnte sich daher nur so lange aufrecht erhalten, als die geologischen Untersuchungen auf kleine Länderdistricte beschränkt blieben. Ebensowenig vermochte die an jene Vorstellung sich eng anschliessende Anschauung Geltung zu bewahren, dass die einzelnen, durch bestimmte Schichtenfolgen charakterisirten geologischen Abschnitte scharf und ohne Uebergänge abzugrenzen seien. Weder petrographisch noch paläontologisch sind die einzelnen Formationen [1]), wie man die Schichtencomplexe

[1]) Zur Uebersicht der geologischen Perioden und ihrer wichtigsten Formationen mag die beifolgende Tabelle dienen.

Quartärzeit (Diluvial- und Alluvialformationen).	*Recente Periode* (Alluvium, marine und Süsswasserbildungen). *Postpliocäne* oder *Diluvialperiode* (erratische Blöcke, Eiszeit, Löss).
Tertiärzeit (känozoische Formationen).	*Pliocänperiode* (Subappeninenformation, Knochensand von Eppelsheim etc.). *Miocänperiode* (Molasse, Tegel, Leithakalk bei Wien, Braunkohlen in Norddeutschland). *Eocänperiode* (Flysch z. T., Nummulitenformation, Pariser Becken).

eines bestimmten Verbreitungsgebietes aus einer bestimmten Zeitperiode benennt, in der Weise geschieden, dass die Hypothese plötzlich erfolgter gewaltsamer Umwälzungen, allgemeiner, die gesammte Lebewelt vernichtender Katastrophen heutzutage noch Bedeutung haben könnte. Man wird vielmehr mit Sicherheit behaupten dürfen, dass sowohl das Aussterben alter als das Auftreten neuer Arten keineswegs mit einem Male und gleichzeitig an allen Enden der Erdoberfläche erfolgte, da gar manche Arten aus einer in die andere Formation hineinreichen und eine Menge Organismen aus der Tertiärzeit gegenwärtig nur wenig verändert oder gar in identischen Arten fortleben. Wie aber die Zeit, welche man die recente nennt, in ihren Anfängen schwer zu bestimmen und weder nach dem Charakter der Ablagerungen, noch nach dem Inhalt der Bevölkerung scharf von der diluvialen, der sogenannten Vorwelt zu überweisenden Zeit abzugrenzen ist, so verhält es sich auch mit den engeren und weiteren Zeitperioden vorweltlicher Entwicklung, welche ähnlich den Abschnitten menschlicher Geschichte zwar auf grosse und bedeutende Ereignisse gegründet sind, aber doch in unmittelbarer Continuität stehen. Dass dieselben aber nicht plötzliche, über die ganze Erdoberfläche ausgedehnte Umwälzungen waren, sondern in localer Beschränkung einen langsamen und allmäligen Verlauf nahmen, dass die vergangene Erdgeschichte auf einem steten Entwicklungsprocess beruhe, in welchem sich die zahlreichen in der Gegenwart zu beobachtenden Vorgänge durch ihre auf lange Zeiträume ausgedehnte Wirksamkeit zu einem gewaltigen Gesammteffect für die Umgestaltung der Erdoberfläche summirten, hat Lyell durch geologische Gründe in überzeugender Weise dargethan.

Secundärzeit (mesozoische Formationen).	*Kreideperiode* (Mastrichter Schichten, weisse Kreide, oberer Grünsand, Gault, unterer Grünsand, Wealden). *Juraperiode* (Purbeck-Schichten, Portland-Stein, Kimmeridge-Thon, Koral-Rag, Oxford-Thon, Great-Oolits, Unter-Oolith, Lias, weisser, brauner, schwarzer Jura). *Triasperiode* (Keuper, Muschelkalk).
Paläozoische Zeit (paläozoische Formationen).	*Dyasperiode* (Zechstein, Rothliegendes. — Unterer New-red-Sandstone, Permformation). *Steinkohlenperiode* (Steinkohlenformation Englands, Deutschlands und Nordamerika's, Kulmformation, Kohlenkalkstein). *Devonische Periode* (Spiriferenschiefer, Cypridinenschiefer, Stringocephalenkalk etc. — Old-red-Sandstone). *Silurische Periode* (Ludlow-Wenlock-Caradocschichten etc.). *Cambrische Periode* (azoische Schiefer etc.).
Archäische Zeit.	Thonschiefer, Glimmerschiefer } Krystallinische Schiefer. Aelterer Gneiss (Laurentinische Form).

Nach Professor Ramsay fassen die Formationsgruppen in England eine Mächtigkeit von 72.584 Fuss, also beinahe $13^3/_4$ englische Meilen, und zwar die Formationen der

Paläozoischen Zeit	57.154′	72.584′.
Secundärzeit	13.192′	
Tertiärzeit	2.240′	

Die Ursache für die ungleichmässige Entwicklung der Schichten und für die Begrenzung der Formationen hat man vornehmlich in Unterbrechungen der Ablagerungen zu suchen, die wenn räumlich auch noch so ausgedehnt, doch nur eine locale Bedeutung hatten. Wäre es möglich gewesen, dass irgend ein Meeresbecken während des gesammten Zeitraumes der Sedimentärbildungen gleichmässig fortbestanden und nach Massgabe besonders günstiger Verhältnisse in steter Continuität neue Ablagerungen gebildet hätte, so würden wir in demselben eine fortschreitende und durch keine Lücke unterbrochene Reihe von Schichten finden müssen, die wir nach Formationen abzugrenzen nicht im Stande sein würden. Das ideale Becken würde nur eine einzige Schichtenreihe einschliessen, in welcher wir zu allen anderen Formationen der Erdoberfläche Parallelbildungen fänden. In Wirklichkeit aber erscheint überall diese ideal gedachte zusammenhängende Schichtenfolge durch zahlreiche, oft grosse Lücken unterbrochen, welche den oft so bedeutenden petrographischen und paläontologischen Unterschied angrenzender Ablagerungen bedingen und Zeiträumen der Ruhe, respective der wieder zerstörten Sedimentärthätigkeiten entsprechen. Diese Unterbrechungen der localen Ablagerungen aber erklären sich aus den stetigen Niveauveränderungen, welche die Erdoberfläche in Folge der gebirgsbildenden Thätigkeit durch plutonische und vulkanische Thätigkeit zu jeder Zeit erfahren hat. Wie wir in der Gegenwart beobachten, dass weite Länderstrecken scheinbar in allmälig fortschreitender Senkung (Westküste Grönlands, Koralleninseln), andere in langsamer säculärer Hebung (Westküste Südamerika's, Schweden) begriffen sind, dass durch unterirdische Thätigkeit Küstengebiete plötzlich vom Meere verschlungen werden und durch plötzliche Hebung Inseln aus dem Meere emportauchen, so waren auch in den früheren Perioden die Bedingungen vielleicht in ungleich höherem Grade thätig, um einen allmäligen, seltener (und dann mehr local beschränkten) plötzlichen Wechsel von Land und Meer zu bewirken. Meeresbecken wurden in Folge langsamen Abfliessens der Wassermassen trocken gelegt und stiegen zuerst als Inselgebiete, später als zusammenhängendes Festland empor, dessen verschiedene Ablagerungen mit ihren Einschlüssen von Seebewohnern auf die einstige Meeresbedeckung zurückwiesen. Umgekehrt traten grosse Gebiete vom Festland unter das Meer zurück, ihre höchsten Gebirgsspitzen als Inseln zurücklassend, und wurden zur Stätte neuer Schichtenbildung. Für die ersteren Ländergebiete traten Unterbrechungen der Ablagerungen ein, für die letzteren war nach längerer oder kürzerer Ruhezeit der Anfang zur Entstehung einer neuen Formation bezeichnet. Da aber diese Bewegungen, wenn sie auch Gebiete von grosser Ausdehnung betrafen, doch immer eine locale Beschränkung besitzen mussten, so traten Anfänge und Unterbrechungen der Formationen gleichen Alters nicht überall gleichzeitig ein; auf dem einen Gebiete dauerten die Ablagerungen noch geraume Zeit fort, während sie auf dem andern schon längst aufgehört hatten: daher müssen denn auch die oberen und unteren Grenzen gleichwerthiger Formationen nach den verschiedenen Localitäten eine

grosse Ungleichförmigkeit darbieten. So erklärt es sich auch, dass die übereinanderliegenden Formationen durch ungleich mächtige Schichtenreihen vertreten sind, die übrigens selten vollständig durch Ablagerungen aus anderen Gegenden zu ergänzen sind. Die gesammte Folge der bis jetzt bekannten Formationen reicht indessen nicht zur Herstellung einer vollständigen und ununterbrochenen Scala der Sedimentärbildungen aus. Es bleiben noch immer mehrfache und grosse Lücken, deren Ergänzung in späterer Zeit von dem Fortschritt der Wissenschaft vielleicht erst nach Bekanntwerden von Formationen, die gegenwärtig von dem Meere bedeckt sind, zu erwarten ist.

Nach den bisherigen Erörterungen kann sowohl die Continuität des Lebendigen, als die nahe Verwandtschaft der Organismen in den aufeinanderfolgenden Zeiträumen der Entwicklung theils aus geologischen, theils aus paläontologischen Gründen als erwiesen gelten. Indessen verlangt die Descendenzlehre, nach welcher das natürliche System als genealogische Stammtafel erscheint, mehr als diesen Nachweis. Dieselbe fordert auch das Vorhandensein unzähliger Uebergangsformen, sowohl zwischen den Arten der gegenwärtigen Lebewelt und denen der jüngeren Ablagerungen, als zwischen den Arten der einzelnen Formationen in der Reihenfolge ihres Alters, sodann den Nachweis von Verbindungsgliedern zwischen den verschiedenen systematischen Gruppen der heutigen Thier- und Pflanzenwelt, deren Aufstellung und Begrenzung nach Darwin ja nur durch das Erlöschen umfassender Artcomplexe im Laufe der Erdgeschichte zu erklären ist. Diesen Anforderungen vermag freilich die Paläontologie nur in unvollkommener Weise zu entsprechen, da die zahlreichen und fein abgestuften Varietätenreihen, welche nach der Selectionstheorie existirt haben müssen, für die bei Weitem grössere Zahl von Formen in der geologischen Urkunde fehlen. Dieser Mangel, den Darwin selbst als Einwurf gegen seine Theorie anerkennt, verliert indessen seine Bedeutung, wenn wir die Bedingungen näher erwägen, unter denen überhaupt organische Ueberreste im Schlamme abgesetzt und als Versteinerungen der Nachwelt erhalten wurden, und wenn wir die Gründe kennen lernen, welche die ausserordentliche Unvollständigkeit der geologischen Berichte beweisen und uns ausserdem klar machen, dass solche Uebergänge zum Theil als Arten beschrieben sein müssen.

Zunächst werden wir nur von denjenigen Organismen Ueberreste in den Ablagerungen zu erwarten haben, welche ein festes Skelet, harte Stützen und Träger von Weichtheilen besassen, da ausschliesslich die Hartgebilde des Körpers, wie Knochen und Zähne der Vertebraten, Kalk- und Kieselgehäuse von Mollusken und Rhizopoden, Schalen und Stacheln der Echinodermen, Chitingebilde der Athropoden etc., der raschen Verwesung Widerstand leisten und zu allmäliger Petrification gelangen. Von zahllosen und besonders niederen Organismen, welche fester Skelettheile entbehren, wird demnach in dem geologischen Berichte eine nähere Kunde fehlen. Aber auch unter den versteinerungsfähigen Organismen gibt es grosse Classen, welche nur ausnahmsweise Spuren ihrer Existenz hinterlassen haben, und das sind gerade die Bewohner des Fest-

landes. Nur dann konnten von Landbewohnern versteinerte Ueberreste zurückbleiben, wenn ihre Leichen bei grossen Fluthen oder Ueberschwemmungen oder zufällig durch diese oder jene Veranlassung vom Wasser ergriffen und hier oder dort angeschwemmt, von erhärtenden Schlammtheilen umgeben wurden. Daher erklärt sich nicht nur die relative Armuth an fossilen Säugethieren, sondern auch die Thatsache, dass gerade von den ältesten (Beutler in dem Stonesfielder Schiefer etc.) fast nichts als der Unterkiefer erhalten ist, welcher während der Fäulniss des Leichnams leicht gelöst, durch seine Schwere dem Antriebe des Wassers am meisten Widerstand leistete und zuerst zu Boden sank. Obwohl es aus solchen Resten erwiesen ist, dass die Säugethiere schon zur Jurazeit existirten, so sind es doch erst die eocänen Formen, welche einen tieferen Einblick in ihre nähere Gestaltung gestatten.

Günstiger musste sich die Erhaltung für die Süsswasserbewohner, am günstigsten für die Seebevölkerung gestalten, da die marinen Ablagerungen den local beschränkten Süsswasserbildungen gegenüber eine ungleich bedeutendere Ausdehnung haben. Die Bildung mächtiger Formationen scheint jedoch überhaupt nur unter zwei Bedingungen stattgefunden zu haben: entweder in einer sehr grossen Tiefe des Meeres, zumal unterstützt durch die Wirkung des Windes und der Wellen, gleichviel ob der Boden in langsamer Hebung oder Senkung begriffen war — dann aber werden die Schichten meist verhältnissmässig arm an Versteinerungen geblieben sein, weil bei der relativen Armuth des Thier- und Pflanzenlebens in bedeutenden Tiefen nur Bewohner der Tiefsee zur Verfügung standen — oder auf *seichtem, der Entwicklung eines reichen und mannigfaltigen Lebens günstigem Meeresboden, welcher lange Zeiträume hindurch in allmäliger Senkung begriffen war.* In diesem Falle behielt das Meer ununterbrochen eine reiche Bevölkerung, so lange die fortschreitende Senkung durch die beständig zugeführten Sedimente ausgeglichen wurde. Die Formationen, welche bei einer grossen Mächtigkeit in allen oder in den meisten ihrer Schichten reich an Fossilien sind, mögen sich auf sehr ausgedehntem und seichtem Meeresgrunde während langer Zeiträume allmäliger Senkung abgesetzt haben.

Somit ergibt sich schon aus der Entstehungsweise der Ablagerungen die grosse Lückenhaftigkeit der paläontologischen Ueberreste, die zudem auf die relativ jüngeren Ablagerungen beschränkt sein mussten. Die ältesten und untersten sehr mächtigen Schichtencomplexe, in welchen Reste der ältesten Thier- und Pflanzenwelt begraben sind, erscheinen nämlich so völlig verändert, dass ihre eingeschlossenen organischen Residuen unkenntlich gemacht und zerstört wurden.

Jedenfalls wird so viel mit aller Sicherheit feststehen, dass sich nur ein sehr kleiner Bruchtheil der untergegangenen Thier- und Pflanzenwelt im fossilen Zustande erhalten konnte, und dass von diesem wiederum nur ein kleiner Theil unserer Kenntniss erschlossen ist. Deshalb dürfen wir nicht etwa aus dem Mangel fossiler Reste auf die Nichtexistenz von Zwischengliedern schliessen. Wenn dieselben in dem Verlaufe der Formation fehlen, oder wenn eine Art zum

ersten Male in der Mitte der Schichtenfolge auftritt und alsbald verschwindet, oder wenn plötzlich ganze Gruppen von Arten erscheinen und ebenso plötzlich aufhören, so können diese Thatsachen um so weniger gegen die Selectionstheorie herangezogen werden, als für einzelne Fälle Reihen von Uebergangsformen zwischen mehr oder minder entfernten Organismen bekannt geworden sind und sich zahlreiche Arten als Zwischenglieder anderer Arten und Gattungen in der Zeitfolge entwickelt haben, als ferner nicht selten Arten und Artengruppen ganz allmälig beginnen, zu einer ausserordentlichen Verbreitung gelangen, wohl auch in spätere Formationen hinübergreifen und ganz allmälig wieder verschwinden. Diese positiven Thatsachen aber haben bei der Unvollständigkeit der versteinerten Ueberreste einen ungleich höheren Werth.

Von den Beispielen allmäliger, reihenweise zu ordnender Uebergänge, welche uns die Paläontologie liefert, möge es genügen, auf *Ammoneen* und einige *Gastropoden* hinzuweisen.

Schon vor dem Erscheinen von Darwin's Entstehung der Arten war von Quenstedt der directe genetische Zusammenhang für verschiedene Ammoneen aus aufeinanderfolgenden Schichten behauptet worden. Seitdem ist diese Darlegung von mehreren Forschern bestätigt und ergänzt worden. Unter Anderen hat L. Würtemberger für die als *Planulaten* und *Armaten* unterschiedenen Gruppen eine Reihe von Verbindungsgliedern nachgewiesen und im Einzelnen gezeigt, dass die Rippen der ersteren ganz allmälig in die Stacheln der letzteren übergehen. Besonders bedeutungsvoll erscheint aber die Art und Weise, wie sich die Uebergänge vollziehen, indem die Veränderung zuerst an der letzten Windung, und zwar nur an einem Theil derselben angedeutet auftritt, dann nach den jüngeren Ablagerungen hin sich schärfer ausprägt und der Spirale entsprechend immer weiter nach dem Centrum vorschreitet, so dass wir an den inneren Windungen den Typus der älteren Formen am längsten erhalten sehen. Und unabhängig von Würtemberger spricht sich M. Neumayr in gleicher Weise über die grosse Bedeutung der inneren Windungen zur Beurtheilung der Beziehungen nahe verwandter Formen aus, da sich dieselben in zahlreichen Fällen der „nahe verwandten geologisch älteren Form nähern, welche als der Vorfahre jener betrachtet werden muss".

Aber auch die als Gattungen, beziehungsweise als Familien zu trennenden Ammoneengruppen lassen sich aus einander ableiten und in diesem Zusammenhange durch die Stufenreihe der Formationen verfolgen. Die *Goniatiten* mit ungezackten winkeligen Loben, aber meist noch mit nach unten gekehrter Siphonaldute, ähneln noch sehr den *Nautiliden*, aus denen sie entsprungen sein mögen, und treten zuerst im Devon auf. Aus denselben entwickeln sich die vornehmlich für den Muschelkalk charakteristischen *Ceratiten* mit einfach gezackten Loben und glatten Sätteln, aber bereits nach oben gekehrter Siphonaldute. Diesen folgen die *Ammoniten* mit rings gezackten und schief geschlitzten Loben. Die letzteren gewinnen eine ausserordentliche Verbreitung in der Juraformation und reichen bis zur Kreide hinauf, in der sie in eine grosse Anzahl von

Typen ohne regelmässige Spirale (*Scaphites*, *Hamites*, *Turrilites*) und mit freier Entwicklung der Schalenwindung auslaufen.

Unter den *Gastropoden* verdienen in erster Linie die in dem Steinheimer Süsswasserkalk angehäuften Gehäuse der *Valvata multiformis* hervorgehoben zu werden, welche mit ganz flachen Planorbis-ähnlichen Formen beginnen und in der Schichtenfolge nach aufwärts zu immer höheren, schliesslich kreiselförmig ausgezogenen Abänderungen führen, welche ohne die grosse Reihe continuirlicher Zwischenglieder nicht nur specifisch, sondern auch generisch zu trennen sein würden. Während Quenstedt zuerst drei Hauptvarietäten als *planiformis*, *intermedia*, *trochiformis* unterschied, hat Hilgendorf[1]) nicht weniger als 19 Abänderungen constatiren können. Nun wurde allerdings von Sandberger der Einwand erhoben, dass die Varietäten nicht genau den verschiedenen Zonen angehören, vielmehr theilweise nebeneinander in derselben Schicht auftreten, und hieraus gefolgert, dass dieselben gleichzeitig neben einander bestanden hätten und mit verschiedenen Arten vermengt worden seien. Indessen wurde dieser Einwand von Hilgendorf zurückgewiesen, indem das gemeinsame Vorkommen in losem Sande als secundäres zu betrachten sei; auch Quenstedt schliesst sich dieser Auffassung an und hält die Continuität der Uebergänge aufrecht, welche sich allmälig aus der ältesten flachen Scheibenform entwickelten.

Ein nicht minder zutreffendes Beispiel für den allmäligen Umbildungsvorgang, welchen eine Thierart durch zahllose unmerklich kleine Abänderungen hindurch im Laufe der Zeit erfahren kann, liefern die Paludinen aus den tertiären Ablagerungen Slavoniens, von denen Neumayr[2]) gezeigt hat, dass dieselben auf der Oberfläche starke Kanten und Kiele gewinnen und in continuirlichen Uebergängen allmälig die Charaktere ausbilden, welche man früher zur Aufstellung der Gattung *Tulotoma* verwerthete. Von *Vipipara Neumayri* bis zur *Tulotoma Hörnesi* konnte in den als *Suessi*, *pannonica*, *bifarcinata*, *stricturata*, *notha*, *ornata* unterschiedenen Formen eine ununterbrochene Zwischenreihe constatirt werden. In den unteren Paludinenschichten tritt eine vollständig glatte Form mit gerundeten Umgängen *V. Neumayri* auf; allmälig flachen sich die Windungen ab und das Gehäuse nimmt eine kegelförmige Gestalt an (*V. Suessi*), die Umgänge werden treppenförmig abgesetzt (*V. pannonica*), auf ihrer Mitte erscheint eine Einsenkung (*V. bifarcinata*), diese Einsenkung wird tiefer, der obere Theil der Umgänge zeigt einen schmalen, wulstigen Kiel, der untere eine breite Aufbauchung (*V. stricturata*), die untere Aufbauchung erhält ebenfalls einen stumpfen Kiel (*V. notha*); nun werden beide Kiele scharf und rücken bis auf die ersten Umgänge hinauf (*V. ornata*), und endlich treten auf dem unteren Kiele zackige Knoten auf (*V. Hörnesi*).

---

[1]) Hilgendorf, Ueber *Planorbis multiformis* im Steinheimer Süsswasserkalk. Monatsberichte der Berliner Akademie, 1866.

[2]) M. Neumayr und C. M. Paul, Die Congerien- und Paludinenschichten Slavoniens und deren Faunen. Ein Beitrag zur Descendenz-Theorie. Wien, 1875.

Am wichtigsten aber dürften die nahen verwandtschaftlichen Beziehungen von Thieren und Pflanzen der Gegenwart zu fossilen Ueberresten der jüngsten und jüngeren Ablagerungen sein. Insbesondere finden wir im Diluvium und in den verschiedenen Formationen der Tertiärzeit für zahlreiche jetzt lebende Arten die unmittelbar vorausgehenden Stammformen, und zwar werden die faunistischen Charakterzüge, die wir gegenwärtig für die lebende Thierwelt der verschiedenen Continente und geographischen Provinzen beobachten, durch die in den jüngsten Schichten begrabenen Ueberreste ihrer Stammeltern vorbereitet.

Zahlreiche fossile Säugethiere aus dem Diluvium und den jüngsten (pliocänen) Tertiärformationen Süd-Amerika's gehören den noch jetzt in diesem Welttheil verbreiteten Typen aus der Ordnung der Edentaten an. Faulthiere und Armadille von Riesengrösse (*Megatherium*, *Megalonyx*, *Glyptodon* etc.) bewohnten ehemals denselben Continent, dessen lebende Säugethierwelt durch die Faulthiere, Gürtelthiere und Ameisenfresser ihren so specifischen Charakter erhält. Neben jenen Riesenformen sind aber in den Knochenhöhlen Brasiliens auch kleine, ebenfalls ausgestorbene Arten bekannt geworden, die den jetzt lebenden theilweise so nahe stehen, dass sie als deren Stammformen gelten könnten. Dieses Gesetz der „*Succession gleicher Typen*" an denselben Oertlichkeiten findet auch auf die Säugethiere Neuhollands Anwendung, deren Knochenhöhlen zahlreiche, mit den jetzt lebenden Beutlern dieses Continents nahe verwandte Arten enthalten. Dasselbe gilt ferner für die Riesenvögel Neuseelands und, wie Owen und Andere zeigten, auch für die Säugethiere der alten Welt, die freilich durch die circumpolare Brücke mit der nord-amerikanischen in Continuität standen, und von der auf diesem Wege zur Tertiärzeit altweltliche Typen nach Nord-Amerika gelangen konnten und umgekehrt. In ähnlicher Weise haben wir das Vorkommen central-amerikanischer Typen (*Didelphys*) in den älteren und mittleren Tertiärformationen Europa's zu erklären. Für die Thierwelt dieses Alters war freilich noch viel weniger als für die der späteren Tertiärzeit die Unterscheidung von Thierprovinzen durchführbar.

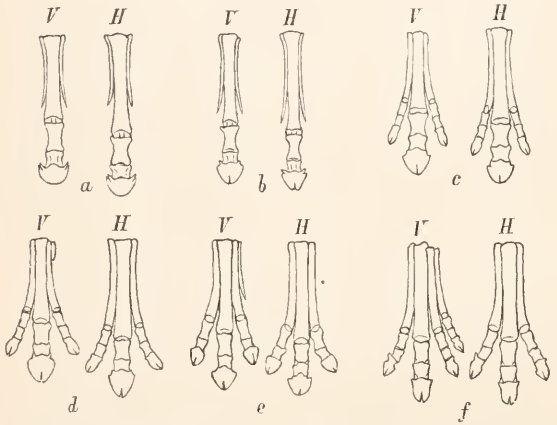
Die Annäherung vorweltlicher Formen an die der Jetztwelt tritt bei den niederen einfacheren Thieren in weit früherer Zeit auf, als bei denen höherer Organisation. Schon zur Kreidezeit lebten Rhizopoden, welche von lebenden Arten (Globigerinenschlamm) nicht abzugrenzen sind. Dem entsprechend haben die Tiefseeforschungen [1]) das interessante Resultat ergeben, dass gewisse Spongien, Korallen, Echinodermen und Mollusken, welche lebend die Tiefe der See bewohnen, bereits zur Kreidezeit existirt haben. Von Weichthieren tritt eine grössere Zahl recenter Arten in der Tertiärzeit auf, deren Säugethierfauna

[1]) In der Tiefe des Oceans, in welcher trotz des grossen Druckes, des beschränkten Lichtes und Gasgehaltes des Wassers die Bedingungen für die Entwicklung des Thierlebens ungleich günstiger sind, als man früher glaubte, finden wir Typen früherer Formationen erhalten (*Rhizocrinus Lofotensis* — *Apiocriniten; Pleurotomaria, Siphonia, Micraster, Pomocaris* etc.).

einen von der gegenwärtigen noch ganz verschiedenen Charakter trägt. Die Mollusken der jüngeren Tertiärzeit stimmen schon in der Mehrzahl ihrer Arten mit den jetzt lebenden überein, während die Insecten jener Formationen noch bedeutend abweichen.

Dagegen sind die Säugethiere selbst in den postpliocänen (diluvialen) Ablagerungen zum Theil nach Art und Gattung verschieden, obwohl sich eine Reihe von Formen über die Eiszeit hinaus in die gegenwärtige Epoche erhalten hat. Aus diesem Grunde und wegen der relativen Vollständigkeit der tertiären Ueberreste erscheint es von besonderem Interesse, die recente Säugethierfauna durch die pleistocänen Formen bis in die älteste Tertiärzeit zurück zu verfolgen.

Fig. 145.



Vorder- (*V*) und Hinterfuss (*H*) von *a Equus, b Pliohippus, c Protohippus (Hipparion), d Miohippus (Anchitherium), e Mesohippus, f Orohippus.* (Nach Marsh.)

Für die Säugethiere dürfte es zuerst gelingen, die Stammesentwicklung einer Reihe von Arten nachzuweisen. Rütimeyer unternahm es zuerst, die Grundlinien zu einer paläontologischen Entwicklungsgeschichte für die *Hufthiere* und vornehmlich die *Wiederkäuer* zu entwerfen, und gelangte auf Grund detaillirter geologischer und anatomischer (Milchgebiss) Vergleichungen zu Resultaten, welche es nicht bezweifeln lassen, dass ganze Reihen heutiger Säugethierspecies unter sich und mit fossilen in collateraler oder directer Blutsverwandtschaft stehen. Und Rütimeyer's Versuch wurde durch die jüngsten umfassenden Arbeiten W. Kowalevsky's im Princip bestätigt und durch Aufstellung einer natürlichen, genetisch begründeten Classification der Hufthiere erweitert.

Dazu kommen die jüngsten Forschungen von Marsh, welche auf Grund zahlreicher Funde in Amerika (Wyoming, Green-River, White-River) die Genealogie der Gattung *Equus* ausserordentlich vervollständigten. (Fig. 145.) Auf das alteocäne *Eohippus*, welches an den Vorderfüssen noch ein Rudiment der Innenzehe besass, folgte das eocäne *Orohippus*, bei welchem an den Vordergliedmassen auch noch die kleine Zehe neben den drei den Boden berührenden Hauptzehen als Afterzehe vorhanden war, dann das dreihufige *Miohippus* aus dem unteren Miocän und auf dieses das unterpliocäne *Protohippus*, endlich das oberpliocäne *Pliohippus*, welche die Stammform der diluvialen und recenten Gattung *Equus* ist.

Für die meisten Säugethierordnungen, wie für die Fledermäuse, Proboscideen, Walthiere etc. lassen sich freilich zur Zeit die Wurzeln ihres

Ursprunges nicht näher zurückverfolgen, während für einzelne Ordnungen, wie Halbaffen, Carnivoren, Hufthiere und Nager, in Resten ausgestorbener Typen merkwürdige Zwischenglieder entdeckt worden sind. Für diese erscheinen wiederum die Tertiärreste Nord-Amerika's von hervorragender Bedeutung. Hier lebten im Eocän (Wyoming) die *Tillodonten* [1]) mit der Gattung *Tillotherium*, welche einen breiten Bärenschädel, zwei breite Schneidezähne wie ein Nager und Backenzähne nach Art der Paläotherien besass, während die fünfzehigen Füsse mit starken Klauen bewaffnet waren. Ebenso vereinigten sich im Skeletbau Eigenthümlichkeiten von Carnivoren und Hufthieren. Die *Dinoceraten* (*Dinoceras laticeps*, *mirabile*) waren gewaltige Hufthiere mit fünfzehigen Füssen und sechs Hörnern auf dem Kopfe, ohne Schneidezähne im Zwischenkiefer, mit gewaltigen hauerartigen Eckzähnen im Oberkiefer und sechs Backenzähnen. Ein dritter Typus der *Brontotheriden* trug quergestellte Hörner vor den Augen und erreichte Elephantengrösse. Ausser den genannten sind aber noch eine Reihe anderer Säugethiergruppen, deren Ueberreste in weit jüngere Schichten reichen, aus der Lebewelt völlig geschwunden, unter ihnen die südamerikanischen *Megatheriden* (*Mylodon*, *Megatherium*) aus der Ordnung der Edentaten, sowie die *Toxodonten*, deren Schädel und Gebiss mit Hufthieren, Nagern und Edentaten Beziehungen bietet. Indessen sind auch viele andere Typen, insbesondere von Hufthieren, welche zur Tertiärzeit in beiden Erdhemisphären lebten, in Amerika ausgestorben, während sie sich im Osten bis zur Gegenwart erhalten haben. Elephanten und Mastodonten, Rhinoceriden und Equiden reichen dort zwar in die Diluvialzeit, aber nicht in die recente Periode hinein. Von Perissodactylen blieb in Amerika ausschliesslich die Gruppe der Tapire erhalten, die auch in der östlichen Erdhälfte in ostindischen Arten fortlebt.

Auch das paläarktische Gebiet hat ausgestorbene Zwischengruppen von Säugethieren aufzuweisen, von denen uns tertiäre Reste überkommen sind. In den Phosphoriten von Quercy [2]) in Süd-Frankreich finden sich Schädelreste von Halbaffen (*Adapis*), deren Bezahnung das Gebiss von alten Hufthieren und Lemuren verbindet (*Pachylemuren*), so dass die Frage aufgeworfen werden konnte, ob nicht die Halbaffen mit mehreren eocänen Hufthieren (Dickhäutern) einen gemeinsamen Ursprung gehabt haben. An den gleichen Oertlichkeiten aber treten auch merkwürdige, sehr wohl erhaltene Knochenreste eigenthümlicher Carnivoren, der *Hyaenodonten*, auf, über deren Natur als Beutelthiere man längere Zeit im Zweifel war, bis Filhol aus den Ersatzzähnen des bleibenden Gebisses die Natur als placentale Carnivoren wahrscheinlich machte. Die grosse Uebereinstimmung der Backenzähne dieser *Hyaenodonten*

[1]) Vergl. O. C. Marsh, Principal Characters of the Tillodontia. Amer. Journal of Sciences and Arts, Vol. XI, 1876. Derselbe, Principal Characters of the Dinocerata. Ebendaselbst, 1876. Derselbe, Principal Characters of the Brontotheridae. Ebendaselbst, 1876.

[2]) Vergl. H. Filhol, Recherches sur les Phosphorites du Quercy, Étude des fossiles qu'on y rencontre et spécialement des Mammifères. Ann. sciences géologiques, Vol. VII, 1876.

mit denen fleischfressender Marsupialien, sowie die geringe Grösse der Schädelhöhle und somit die relativ geringe Ausbildung des Gehirns dürfen die aus zahlreichen anderen Gründen wahrscheinlich gemachte Ansicht unterstützen, dass sich die placentalen Säugethiere aus Beutelthieren während der mesozoischen Zeit entwickelt haben.

In den ältesten Schichten des Eocän erscheinen freilich in beiden Erdhälften die höheren placentalen Säugethiere schon in reicher Gestaltung und in ausgeprägten Gegensätzen (*Artiodactylen*, *Perissodactylen*), indessen ist kein Grund vorhanden, die unermessliche Periode bis herab zu dem Keuper, in welchem als die ältesten Säugethierreste Zähne und Knochen von insectenfressenden Beutelthieren gefunden wurden, als die Zeit zu betrachten, in welcher sich diese höhere Entwicklung des Säugethierorganismus vollzogen hat, da uns aus derselben bislang nur höchst spärliche Reste (Jura, England) von Beutlern bekannt wurden.

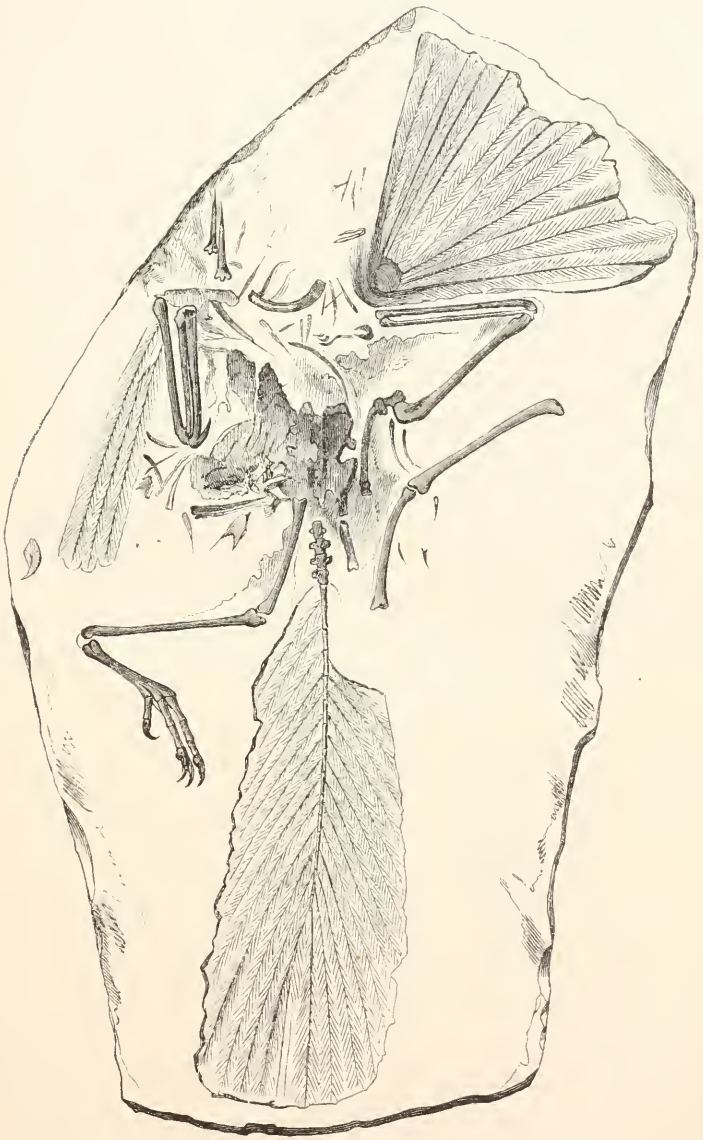
Fig. 146.

Pterodactylus elegans, nach Zittel.

Noch auf anderen Gebieten hat die Paläontologie Verbindungsglieder von Thiergruppen, selbst von Ordnungen und Classen kennen gelernt. Die *Labyrinthodonten*, die ältesten, schon in der Steinkohlenformation auftretenden Lurche, zeigen mehrfache Charaktere der Fische (Knochenschilder der Brust etc.) mit Reptilienmerkmalen verbunden und besassen ein knorpeliges Skelet. Zahlreiche fossile Sauriergruppen gehören zu Ordnungen und Unterordnungen (*Halosaurier*, *Dinosaurier*, *Pterodactylier* [Fig. 146], *Thecodonten*), aus denen sich kein einziger Repräsentant bis in die Gegenwart erhalten hat, andere wiederum liefern Verbindungsglieder zu recenten Ordnungen, wie neuerdings eine solche Beziehung der „pythonomorphen" (der Gattung *Mosasaurus* verwandten) Echsen aus der Kreide Amerika's im Schädel- und Kieferbau zu den Schlangen nachgewiesen wurde. Nach Owen's Untersuchungen über die fossilen Reptilien des Caplandes lebten dort einst Reptilien (*Theriodonten*), welche in Gebiss- und Fussgestaltung sich auffallend fleischfressenden Säugethieren näherten. Die Zähne derselben, wenn auch einwurzelig, sind als Schneide-, Eck- und Backen-

zähne zu unterscheiden und geben zu Betrachtungen Anlass, nach denen möglicherweise das Gebiss der ältesten bislang bekannten Beutelthiere (Keuper) aus einem Theriodonten-ähnlichen Reptiliengebiss abzuleiten ist.

Fig. 147.



Archaeopteryx lithographica. (Exemplar des Britischen Museums.)

Selbst für die streng abgeschlossene, im Körperbau so einförmig gestaltete Classe der Vögel wurde zuerst in einem unvollständigen Abdrucke des Sohlenhofner Schiefers eine Uebergangsform zu den Reptilien in *Archaeopteryx lithographica* (Fig. 147) entdeckt, welche statt des kurzen Vogelschwanzes

einen langen, aus zahlreichen (20) Wirbeln zusammengesetzten Reptilschwanz mit zweizeilig geordneten Steuerfedern trug (*Saururae*) und sich sowohl in der Gliederung der Wirbelsäule, als in dem Bau des Beckens den langschwänzigen Flugeidechsen annäherte. Der Fund eines zweiten vollständigeren Exemplars von *Archaeopteryx* (Fig. 148) hat das Gebiss dieser Thiere, welche spitze, in den Kiefern eingekeilte Zähne trugen, nachweisen lassen. Ausserdem wurden amerikanische Vogeltypen aus der Kreide bekannt, welche untereinander und

Fig. 148.

Archaeopteryx lithographica. (Exemplar des mineralogischen Museums in Berlin.)

von den Saurnren viel weiter als jetzt lebende Vögel irgend welcher Ordnung divergiren. Dieselben, von Marsh[1]) als *Odontornithes* bezeichnet und als Subclasse unterschieden, besassen Zähne in den schnabelartig verlängerten Kiefern. Die einen (Ordnung *Ichthyornithes*) hatten biconcave Wirbel, eine *Crista sterni* und wohlentwickelte Schwingen (*Ichthyornis*) (Fig. 149), die

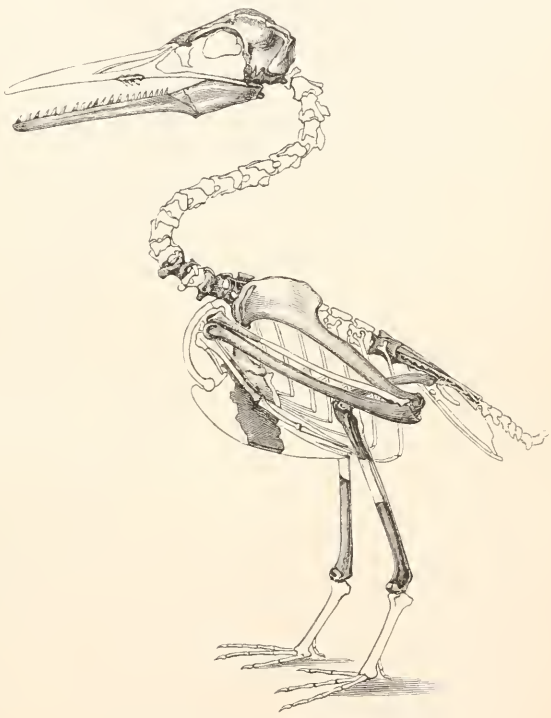
[1]) O. C. Marsh, Odontornithes. A Monograph of the extinct toothed birds of North-America. New-Haven, 1880.

anderen (*Odontolcae*), mit Zähnen in Gruben und normalen Wirbeln, ohne Brustbeinkiel und mit rudimentären Schwingen, waren flugunfähig (*Hesperornis, Lestornis*). (Fig. 150.)

Möglicherweise wird es später noch gelingen, durch Entdeckung neuer Typen die Verbindung mit den *Dinosauriern* (*Compsognathus*) herzustellen, deren Becken- und Fussbildung nähere Beziehungen zu den gleichen Körpertheilen der Vögel bieten.

Vergleichen wir, von den ältesten der erhaltenen Formationen an, die Thier- und Pflanzenbevölkerung der aufeinanderfolgenden Perioden der Erdbildung, so wird mit der allmäligen Annäherung an die Fauna und Flora der Jetztzeit im Ganzen und Grossen ein stetiger Fortschritt vom Niederen zum Höheren offenbar. Die ältesten Formationen der sogenannten archäischen Zeit, deren Gesteine sich freilich grossentheils in metamorphischem Zustande befinden, ihrer ungeheuren Mächtigkeit nach aber unermessliche Zeiträume zu ihrer Entstehung nothwendig gehabt haben, führen keine mit Sicherheit als solche erkennbare fossile Reste, wenngleich das Vorkommen bituminöser Gneise in den alten Formationen auf die damalige Existenz organischer Körper hinweist. *Die gesammte und gewiss reichhaltige Organismenwelt der ältesten Perioden ging unter, ohne deutlichere Spuren, als die Graphitlager der krystallinischen Schiefer zurückzulassen.* In den ältesten und sehr umfangreichen Schichtengruppen der paläozoischen Zeit finden sich aus der Pflanzenwelt ausschliesslich Cryptogamen, besonders Tange, die unter dem Meere mächtige und formenreiche Waldungen bildeten. Zahlreiche Seethiere aus sehr verschiedenen Gruppen, Zoophyten, Weichthiere, *Brachiopoden*, Krebse (*Leptostraken*-ähnliche *Hymenocaris, Trilobiten*) und Fische, letztere mit höchst eigenthümlichen, einer tiefen Organisationsstufe entsprechenden gepanzerten Formen (*Cephalaspiden*), belebten die warmen Meere der Primärzeit. Von Landbewohnern finden wir Insecten und Scorpioniden schon im Silur; zahlreicher werden die Reste der-

Fig. 149.



Ichthyornis dispar, nach Marsh. (Restaurirt.)

selben in der Steinkohle, wo wir auch Amphibien (*Apatheon*, *Archegosaurus*) mit Chorda und Knorpelskelet finden; in den Formationen des Dyas erscheinen dann

Fig. 150.

Hesperornis nach Marsh.

Reptilien in grossen eidechsenartigen Formen (*Proterosaurus*), während noch immer die Fische, aber ausschliesslich Knorpelfische und Ganoiden mit Chorda

dorsalis und unter den Pflanzen die Gefässcryptogamen (Baumfarren, Lepidodendren, Calamiten, Sigillarien, Stigmarien) dominiren.

In der Secundärzeit erlangen von Wirbelthieren die Eidechsen und in der Pflanzenwelt die bereits schon zur Steinkohlenzeit vereinzelt auftretenden Nadelhölzer und Cycadeen eine solche vorwiegende Bedeutung, dass man nach ihnen wohl die ganze Periode das Zeitalter der Saurier und Gymnospermen genannt hat. Unter den ersteren sind die colossalen, auf das Land angewiesenen Dinosaurier, die Flugeidechsen oder Pterodactylier und die Seedrachen oder Halosaurier mit den bekanntesten Gattungen *Ichthyosaurus* und *Plesiosaurus* der Secundärzeit ganz eigenthümlich. Auch Säugethiere finden sich schon, freilich mehr vereinzelt, sowohl in den obersten Schichten der Trias, als im Jura, und zwar ausschliesslich der niedersten Organisationsstufe der Beutler angehörig. Blüthenpflanzen erscheinen zuerst in der Kreide, die auch die ältesten Reste entschiedener Knochenfische einschliesst.

Erst in der Tertiärzeit erlangen die Blüthenpflanzen und die Säugethiere, unter denen auch die höchste Ordnung der Affen ihre Repräsentanten findet, eine so vorwiegende Entfaltung, dass man diesen Zeitraum als den der Laubwälder und Säugethiere bezeichnen kann. In den oberen Tertiärablagerungen steigert sich dann die Annäherung an die Gegenwart für Thiere und Pflanzen stufenweise. Während zahlreiche niedere Thiere und Pflanzen nicht nur der Gattung, sondern auch der Art nach mit lebenden identisch sind, gewinnen auch die Arten und Gattungen der höheren Thiere eine grössere Aehnlichkeit mit denen der Gegenwart. Mit dem Uebergang in die diluviale und recente Zeit nehmen unter den Blüthenpflanzen die höheren Typen an Zahl und Verbreitung zu, und wir werden in allen Ordnungen der Säugethiere mit Formen bekannt, welche in ihrem Bau nach bestimmten Richtungen immer eingehender specialisirt und deshalb vollkommener erscheinen. Im Diluvium finden wir erst unzweifelhafte Spuren für das Dasein des Menschen, dessen Geschichte und Culturentwicklung nur den letzten Abschnitt des relativ so kleinen recenten Zeitraumes ausfüllt.

Trotz der grossen Unvollständigkeit der geologischen Urkunde genügt das von ihr gebotene Material zum Nachweise einer fortschreitenden Entwicklung von einfachen und niederen zu höheren Organisationsstufen, zur Bestätigung des Gesetzes fortschreitender Vervollkommnung in der zeitlichen Aufeinanderfolge der Gruppen. Freilich vermögen wir im Verlaufe des Fortschrittes nur einen sehr kleinen Zeitraum zu verwerthen, da die Organismenwelt der ältesten und umfassendsten Zeitperioden vollständig aus der Urkunde verschwunden ist.

Die Bedeutung der geographischen Verbreitung.

Die geographische Verbreitung der Thiere und Pflanzen bietet sehr verwickelte und oft schwer verständliche Verhältnisse. Auch sind unsere Erfahrungen auf diesem Gebiete noch viel zu beschränkt, um die Aufstellung durchgreifender allgemeiner Gesetze möglich zu machen. Wir sind noch weit

von der kaum lösbaren Aufgabe entfernt, uns ein vollständiges Bild von der Vertheilung der Thiere über die Erdoberfläche zu entwerfen, und müssen vor Allem unsere Unwissenheit über alle Folgen der klimatischen und Niveauveränderungen, welche die verschiedenen Ländergebiete in der jüngsten Zeit erfahren haben, ebenso unsere Unkenntniss der zahlreichen und ausgedehnten, durch die mannigfachsten Transportmittel unterstützten Wanderungen von Thieren und Pflanzen eingestehen.

Ohne Zweifel ist die gegenwärtige Vertheilung von Thieren und Pflanzen über die Erdoberfläche das combinirte Resultat von der einstmaligen Verbreitung ihrer Vorfahren und der seitdem eingetretenen geologischen Umgestaltungen der Erdoberfläche, der mannigfachen Verschiebungen von Wasser und Land, welche auf die Fauna und Flora nicht ohne Einwirkung bleiben konnten. Demnach erscheint die Thier- und Pflanzengeographie [1]) zunächst mit demjenigen Theile der Geologie, welcher die jüngsten Vorgänge der Gestaltung der Erdrinde und ihre Einschlüsse zum Gegenstande hat, innig verkettet: sie kann sich daher nicht darauf beschränken, die Verbreitungsbezirke der jetzt lebenden Thier- und Pflanzenformen festzustellen, sondern muss auf die Ausbreitung der in den jüngsten Formationen eingeschlossenen Ueberreste, der nächsten Verwandten und Vorfahren der gegenwärtigen Lebewelt Rücksicht nehmen. Wenn wir zwischen dem Norden Amerika's und dem palaearktischen Continent, andererseits zwischen Süd-Amerika, Afrika und Australien ähnliche (sogenannte vicarirende oder Repräsentativformen, Buffon) oder gemeinsame Typen finden, so weisen diese auf eine frühere circumpolare Brücke des Nordens, sowie nach Rütimeyer andererseits auf die ehemalige, wenn auch weit zurückliegende Existenz eines grossen südlichen Continents, mit Australien als Ueberrest, hin, welcher das Ausgangscentrum der flugunfähigen Struthioniden, der ausgestorbenen Riesenvögel (von Madagascar und Neuseeland) und der Edentaten (*Manis*, Süd-Asien, *Orycteropus*, Afrika) gewesen sein dürfte. (Beziehungen der Flora von Australien, Capland, Feuerland.) Als gemeinsame Bewohner des Nordens beider Continente sind Eisfuchs, Vielfrass und Bär, Wolf und Luchs, Murmelthier und Alpenhase, Renthier und Hirsch, Bison, und für ältere Perioden Pferd, Mammuth und Moschusochse hervorzuheben. Obwohl in diesem Sinne die Wissenschaft der Thiergeographie noch am Anfange steht, sind doch zahlreiche und wichtige Thatsachen der geographischen Verbreitung mit der Transmutationstheorie in Einklang zu bringen. Dieselbe hat die horizontale Verbreitung der Organismen mit der verticalen oder geologischen Folge derselben in Einklang zu bringen und die territorialen Veränderungen zur Erklärung heranzuziehen.

---

[1]) P. L. Sclater, Ueber den gegenwärtigen Stand unserer Kenntniss der geographischen Zoologie. Erlangen, 1876. A. R. Wallace, Die geographische Verbreitung der Thiere, übersetzt von A. B. Meyer. Tom. I und II. 1876. Derselbe, Island life or the phenomena and causes of Insular Faunas and Floras, including a revision and attempted solution of the problem of Geological Climates. London, 1880.

Zunächst erscheint von grosser Bedeutung, dass weder Aehnlichkeit noch Unähnlichkeit der Bewohner verschiedener Gegenden ausschliesslich aus klimatischen und physikalischen Verhältnissen zu erklären sind. Sehr nahe stehende Thier- und Pflanzenarten treten oft unter höchst verschiedenen Naturbedingungen auf, während unter gleichen oder sehr ähnlichen Verhältnissen des Klima's und der Bodenbeschaffenheit eine ganz heterogene Bevölkerung leben kann. Dahingegen steht die Grösse der Verschiedenheit mit dem Grade der räumlichen Abgrenzung, mit den Schranken und Hindernissen, welche freier Wanderung entgegentreten, in engem Zusammenhange. Die alte und neue Welt, mit Ausschluss des nördlichsten polaren Gebietes vollkommen getrennt, haben eine zum Theil sehr verschiedene Fauna und Flora, obwohl in beiden rücksichtlich der klimatischen und physikalischen Lebensbedingungen unzählige Parallelen bestehen, welche das Gedeihen der nämlichen Art in gleicher Weise fördern würden. Vergleichen wir insbesondere die Länderstrecken von Süd-Amerika mit entsprechend gelegenen Gegenden gleichen Klima's von Süd-Afrika und Australien, so treffen wir drei bedeutend abweichende Faunen und Floren, während die Thiere in Süd-Amerika unter verschiedenen Breiten und ganz abweichenden klimatischen Bedingungen nahe verwandt erscheinen. Hier wechseln im Süden und Norden Organismengruppen, die zwar der Art nach verschieden, aber doch den gleichen oder nahe verwandten Gattungen und bereits im Diluvium, sowie zur jüngeren Tertiärzeit in Süd-Amerika verbreiteten Thiergruppen angehören. Die Ebenen der Magellanstrasse, sagt Darwin, sind von einem Nandu (*Rhea Americana*) bewohnt, und im Norden der Laplata-Ebene wohnt eine andere Art derselben Gattung, doch kein echter Strauss (*Struthio*) oder Emu (*Dromaeus*), welche in Afrika und beziehungsweise in Neuholland unter gleichen Breiten vorkommen. In denselben Laplata-Ebenen finden sich das Aguti (*Dasyprocta*) und die Viscache (*Lagostomus*), zwei Nagethiere von der Lebensweise unserer Hasen und Kaninchen und mit ihnen in die gleiche Ordnung gehörig, aber einen rein amerikanischen Organisationstypus bildend. Steigen wir zu dem Hochgebirge der Cordilleren heran, so treffen wir die Bergviscache (*Lagidium*); und sehen wir uns am Wasser um, so finden wir zwei andere süd-amerikanische Typen, den Coypu (*Myopotamus*) und Capybara (*Hydrochoerus*) statt des Bibers und der Bisamratte.

Nach dem allgemeinen Gepräge ihrer Land- und Süsswasserbewohner kann man die Erdoberfläche in sechs bis acht Regionen eintheilen, die freilich deshalb nur einen relativen Ausdruck für natürliche grosse Verbreitungsbezirke zu geben im Stande sind, weil sie sich nicht auf alle Thiergruppen in gleicher Weise anwenden lassen und dann unmöglich in gleichem Grade und nach denselben Richtungen differiren. Auch muss es intermediäre Gebiete geben, welche Eigenschaften der benachbarten Regionen mit einzelnen Besonderheiten combiniren und eventuell als selbstständige Regionen in Frage kommen.

Das Verdienst, eine natürliche Aufstellung der grossen Verbreitungsgebiete mit engern Abtheilungen begründet zu haben, gebührt Sclater, welcher,

auf die Verbreitung der Vögel gestützt, sechs Regionen unterschied, Regionen, durch deren Barrièren so ziemlich auch die Verbreitung der Säugethier- und Reptilienfauna begrenzt wird.

1. Die *palaearktische* Region: Europa, das gemässigte Asien und Nord-Afrika bis zum Atlas.

2. Die *nearktische* Region: Grönland und Nord-Amerika bis Nord-Mexico.

3. Die *äthiopische* Region: Afrika südlich vom Atlas, Madagascar und die Mascarenen.

4. Die *indische* Region: Indien südlich vom Himalaya bis Süd-China, Borneo und Java.

5. Die *australische* Region: Australien und die Südsee-Inseln, sowie die Molukken westlich bis inclusive Lombok.

6. Die *neotropische* Region: Süd-Amerika, die Antillen und Süd-Mexico.

Andere Forscher (Huxley) haben später darauf hingewiesen, dass die vier ersten Regionen miteinander eine weit grössere Aehnlichkeit haben, als irgend eine derselben mit der von Australien oder Süd-Amerika, dass ferner Neuseeland durch die Eigenthümlichkeiten seiner Fauna berechtigt sei, als selbstständige Region neben den beiden letzteren unterschieden zu werden, und dass endlich eine *Circumpolarprovinz* [1]) von gleichem Rang wie die palaearktische und nearktische anerkannt zu werden verdiene.

Wallace spricht sich gegen die Aufstellung sowohl einer *neuseeländischen* als einer *circumpolaren* Region aus und adoptirt aus praktischen Gründen die sechs Sclater'schen Regionen, mit dem Zugeständniss, dass dieselben nicht von gleichem Range sind, indem die süd-amerikanische und australische viel isolirter stehen.

Die Schranken der unterschiedenen Regionen stellen sich als ausgedehnte Meere, hohe Gebirgsketten oder Sandwüsten von grosser Ausdehnung dar und sind selbstverständlich keineswegs für alle organischen Erzeugnisse Barrièren vom Werthe absoluter Grenzen, sondern gestatten für diese oder jene Gruppen Uebergänge aus dem einen Gebiete in das andere. Die Hindernisse der Aus- und Einwanderung erscheinen zwar hier und da für die Jetztzeit unübersteiglich, waren aber gewiss in der Vorzeit unter anderen Verhältnissen der Vertheilung von Wasser und Land von der Gegenwart verschieden und für manche Lebens-

---

[1]) Dagegen unterscheidet Andrew Murray in seinem Werke über die geographische Verbreitung der Säugethiere, 1866, nur vier Regionen, die palaearktische, die indo-afrikanische, die australische und die amerikanische Region, während Rütimeyer neben den sechs Sclater'schen Provinzen die *circumpolare* anerkennt und eine mediterrane oder Mittelmeerprovinz hinzufügt. Endlich hat J. A. Allen (Bulletin of the Museum of comparative Zoologie, Cambridge, Vol. 2) im Zusammenhang mit dem „Gesetz der circumpolaren Vertheilung des Lebens in Zonen" die Unterscheidung von acht Gebieten vorgeschlagen: 1. Arktisches Reich. 2. Nördlich gemässigtes Reich. 3. Amerikanisch tropisches Reich. 4. Indo-afrikanisch tropisches Reich. 5. Süd-amerikanisch tropisches Reich. 6. Afrikanisch gemässigtes Reich. 7. Antarktisches Reich. 8. Australisches Reich.

formen leichter zu überschreiten. Ja man kann für viele der Schranken mit Sicherheit behaupten, dass dieselben in früheren Zeitperioden nicht existirten, dass Continente, die jetzt durch Meere getrennt sind, in unmittelbarem Zusammenhange standen (Nord-Afrika und Süd-Europa), dass Inseln in früherer Zeit Theile des benachbarten Continentes waren (England, Faröer, Island, Grönland), und Ländergebiete, welche jetzt zu demselben Continente gehören, durch ein ausgedehntes Meer getrennt waren (Nord-Afrika, tropisches Afrika). Doch ist nach Wallace die Ansicht, dass Continente in früherer Zeit versunken und an Stelle des Meeres Continente vorhanden waren, zurückzuweisen, vielmehr haben die Meere im Laufe der Zeit mehr oder minder bedeutende Niveauveränderungen erfahren, in deren Folge Continente sich zeitweilig zu Archipelen gestalteten, und die Ausdehnung der die Continente trennenden Meere von wechselndem Umfange war.

Für die Ausbreitung der landbewohnenden Säugethiere wird man im Allgemeinen bestätigt finden, dass die für bestimmte Territorien charakteristischen Artengruppen den Abstufungen der örtlichen Trennung proportional verschieden sind. Sehr bekannt ist der Gegensatz zwischen den Affen der alten und neuen Welt, welcher den systematischen, als Unterordnungen bewertheten Gruppen der Schmalnasen (Catarrhinen) und plattnasigen Affen (Platyrrhinen) parallel geht. Unter den ersteren stehen sich wiederum die afrikanischen Stummelaffen (*Colobus*) und die süd-asiatischen Schlankaffen (*Semnopithecus*) sehr nahe, und sind die einen gewissermassen Repräsentativformen der anderen. Aber auch die einzelnen *Semnopithecus*-Arten sind über local getrennte Wohnplätze verbreitet, welche einander viel näher liegen und durch geringere Schranken getrennt sind, indem z. B. die eine Art (Budeng) auf Java, die andere, *S. nasicus*, Nasenaffe, auf Borneo lebt, eine dritte, *S. entellus*, auf dem ostindischen Festland, *S. namaeus*, Kleideraffe, in Cochinchina verbreitet ist. Von den Anthropomorphen gehören die dolichocephalen Formen mit 13 Rippenpaaren, der Gorilla und Chimpanse, Afrika an, während die brachycephalen, durch den Besitz von nur 12 oder 11 Rippenpaaren ausgezeichneten Orangs Asiaten sind und wiederum nach ihrem Aufenthalt auf Sumatra und Borneo in Varietäten oder Arten unterschieden werden. Die Ordnung der Strausse ist in bedeutend differenten Typen über drei Welttheile ausgebreitet. Die neuholländischen Casuare und Emus stehen einander viel näher als dem zweizehigen afrikanischen Strauss und den süd-amerikanischen Nandus. Von den Emus bewohnt *Dromaeus Novae Hollandiae* den Osten, *D. irroratus* den Westen Australiens, und ebenso hat jede der bekannten Casuararten ihren besonderen Wohnbezirk, *C. australis* an der Nordküste, *C. Benetti* in Neu-Britannien, *C. Kaupii* in Neuguinea, *C. galeatus* auf Ceram (Molukken). Allerdings gibt es auch wieder eine Reihe von Ausnahmsfällen, indem weit entfernt liegende Länder, wie z. B. Japan und Gross-Britannien, geringere Unterschiede ihrer Organismenwelt zeigen, während relativ nahe liegende, wie Afrika und Madagascar, Australien und Neuseeland, sowie die Inseln Lombok

und Bali eine höchst abweichende Fauna und Flora besitzen. Eine Erklärung dieser auffallenden Thatsachen gewinnen wir erst mit Hilfe der territorialen Veränderungen, welche mehr oder minder weit in frühere Perioden der Erdgestaltung zurückreichen.

Auch für die Verbreitung der Meeresbewohner wiederholen sich die nämlichen Gesetze. Ein Theil der Barrièren für Landthiere, wie die grosse inselreiche See, kann hier eine Ausbreitung unterstützen, während umgekehrt ausgedehnte Gebiete von Festland, welche die Ausbreitung der Landthiere begünstigen, unübersteigliche Schranken herstellen. Indessen besuchen eine grosse Zahl von Seethieren nur flaches Wasser an den Küsten und werden daher oft mit den Landthieren ihrer Verbreitung nach zusammenfallen, hingegen an entgegengesetzten Küsten ausgedehnter Continente sehr verschieden sich verhalten. Beispielsweise differiren die Meeresthiere der Ost- und Westküste von Süd- und Central-Amerika so bedeutend, dass, von einer Reihe von Fischen abgesehen, welche nach Günther an den entgegengesetzten Seiten des Isthmus von Panama vorkommen, nur wenige Thierformen gemeinsam sind. Ebenso treffen wir in dem östlichen Inselgebiete des stillen Meeres eine von der Westküste Süd-Amerika's ganz abweichende marine Thierwelt. Schreiten wir aber von den östlichen Inseln des stillen Meeres weiter westlich, bis wir nach Umwanderung einer Halbkugel zu den Küsten Afrika's gelangen, so stehen sich in diesem umfangreichen Gebiete die Faunen nicht mehr scharf gesondert gegenüber. Viele Fischarten reichen vom stillen bis zum indischen Meere, zahlreiche Weichthiere der Südseeinseln gehören auch der Ostküste Afrika's unter fast genau entgegengesetzten Meridianen an. Hier sind aber auch die Schranken der Verbreitung nicht unübersteiglich, indem zahlreiche Inseln und Küsten den wandernden Meeresbewohnern Ruheplätze bieten.

Rücksichtlich des besondern Aufenthaltes der Seebewohner unterscheidet man *Littoralthiere* [1]), welche an den Küsten, wenn auch unter ungleichen Verhältnissen, in verschiedener bathymetrischer Ausbreitung am Boden leben, von *pelagischen*, an der Oberfläche schwimmenden Seethieren. Aber auch in bedeutenden Tiefen und am Meeresgrunde existirt ein reiches und mannigfaltiges Thierleben, von dem man erst in neuester Zeit, vorzüglich durch die von Scandinavien, Nord-Amerika und England ausgegangenen Expeditionen zur Tiefseeforschung nähere Kenntniss gewonnen hat. Die durch diese Forschungen gewonnenen Erfahrungen lassen es naturgemäss erscheinen, folgende Zonen zu unterscheiden: 1. Eine oberflächliche, pelagische Zone, welcher in der Nähe der

[1]) Edw. Forbes unterschied für den Aufenthalt der Meerthiere vier von oben nach unten folgende Schichten oder Zonen: 1. Die *littorale* Zone zwischen den Grenzen höchster Flut und tiefster Ebbe, reich an Algen. 2. Die *Laminarienzone* vom tiefsten Stand der Ebbe bis etwa 15 Faden Tiefe, in welcher braune Fucaceen und verschieden gefärbte Florideen verbreitet sind. 3. Die *Korallineen-Zone* bis zu circa 50 Faden Tiefe, durch das Vorkommen von Kalkalgen und Nulliporen charakterisirt. 4. Die tiefe Zone von 50 Faden abwärts bis zu den abyssischen Gründen, wo nach Forbes' irrthümlicher Ansicht das Leben völlig oder doch nahezu erloschen sein sollte.

Küsten auch Forbes' Littoral- und Laminarienfauna zu subsummiren ist. 2. Eine tiefere, subpelagische, noch vom Licht beeinflusste, belichtete Zone (etwa bis 150, beziehungsweise 200 Faden Tiefe). 3. Eine umnachtete Zone, welche im Zusammenhang mit dem Licht- und Pflanzenmangel arm an Sauerstoff, dagegen reicher an Kohlensäure ist, mit relativer Stagnation des verticalen Verkehrs. 4. Eine abyssische Zone von verschiedener Tiefe mit den Tiefseebewohnern des Meeresgrundes. Anstatt des a priori vermutheten Mangels jeglichen Thierlebens finden selbst in den bedeutendsten Tiefen zahlreiche niedere Thiere der verschiedensten Gruppen die Bedingungen ihrer Existenz. Es sind ausser den Sarcodethieren der vorwiegend am Meeresgrunde lebenden Foraminiferen (Globigerinenschlamm) und Radiolarien (Radiolarienschlick in den centralen Theilen des stillen Oceans von circa 3000 Faden Tiefe) vornehmlich Kieselschwämme (Hexactinelliden), Actinien und Korallenpolypen, auch einzelne Schirmquallen und Siphonophoren, sodann Echinodermen (*Elpidia*, *Asthenosoma*, *Pourtalesia*, *Brisinga*, *Archaster*, *Pentacrinus* etc.) und Crustaceen[1]) gefunden worden, letztere zum Theil aus niederen Typen, aber in gigantischen und häufig blinden Repräsentanten. Lamellibranchiaten und Gastropoden haben sich wohl im Zusammenhang mit der Kalkarmuth der sehr bedeutenden Tiefen nur in vereinzelten Formen gefunden. Das gleiche gilt von den Cephalopoden, von welchen nur wenige Arten (*Chiroteuthis lacertosa*) in Tiefen von 1000 bis 3000 Faden vorzukommen scheinen, ohne dass auf dieselben die Bedingungen des Tiefseelebens einen wesentlich umgestaltenden Einfluss ausgeübt hätten. Dagegen stellen die Fische nicht nur ein sehr reiches Contingent unter den Tiefseebewohnern, sondern zeigen auch sehr interessante und oft in höchst wunderlicher Gestaltung hervortretende Anpassungen an die Bedingungen dieses Aufenthaltes (*Sternoptyx*, *Stomias*, *Halosaurus*, *Astronesthes*, *Ignops*, *Melanocetus*, *Saccopharynx*). Wie bei den Crustaceen sind auch bei den Fischen der Tiefsee die Augen oft abnorm vergrössert oder bedeutend reducirt, und es gibt einige vollkommen blinde Formen (*Ignops Murrayi*). Bei den sehenden Tiefseefischen finden sich häufig Leuchtorgane, die, in der Nähe der Augen oder an den Seitenlinien angeordnet, die Umgebung beleuchten und hiedurch den Gebrauch des Auges ermöglichen. Auch andere Sinne, wie insbesondere der durch lange Fäden gestärkte Tastsinn erscheinen oft besonders ausgebildet.

Mit den gleichmässigen, überall in der Tiefe der Meere herrschenden Lebensbedingungen, wie der niedrigen Temperatur, der geringen Bewegung

[1]) Vergl. besonders Wyville Thomson, The depths of the sea. An account of the general results of the dredgings cruises of the Procupine and Lightning during the summers 1868, 1869 and 1870. London, 1873; ferner The voyage of the Challenger. London, 1877; sowie A. Agassiz, Three cruises of the U. S. coast and geodetik survey Steamer Blake. London, 1888; E. Perrier, Les explorations sousmarins. Paris 1886; C. Chun, Die pelagische Thierwelt in grossen Meerestiefen. Biblioth. zool., Heft I, Cassel, 1888; W. Marshall, Die Tiefsee und ihr Leben. Leipzig, 1888.

des Wassers und dem Mangel des Lichtes steht die grosse Uebereinstimmung in der Tiefsee-Fauna der arktischen Meere, des atlantischen und grossen Oceans im Zusammenhang. Da sich im absoluten Dunkel kein Chlorophyll entwickeln kann, und daher das Pflanzenleben, welches die zur Erhaltung des thierischen Stoffwechsels nothwendige organische Substanz erzeugt, schon in relativ geringen Tiefen erlischt, so muss zwischen den Thieren der Oberfläche und den Bewohnern des Meeresgrundes durch die verschiedenen Tiefenzonen hindurch ein lebhafter Verkehr bestehen und das zur Ernährung und Erhaltung der Tiefsee-Fauna erforderliche organische Material in letzter Instanz von den noch unter dem Einfluss des Lichtes lebenden Organismen geliefert werden. Schon aus diesem Grunde dürfte jene Ansicht wenig Wahrscheinlichkeit für sich haben, nach welcher im offenen Meere unterhalb einer Tiefe von 150 bis 200 Faden keine schwimmenden Seethiere mehr zu finden und die am Meeresgrunde lebenden Tiefseebewohner durch azoische Wasserschichten von sehr bedeutender Mächtigkeit von den pelagischen Seethieren getrennt seien. Allerdings sinken abgestorbene Meerespflanzen, wie Algen, Tange etc., in grossen Massen (Sargassomeer) allmälig in die Tiefe nieder und werden, auch wie die im Auftrieb enthaltenen Protophyten (Plankton), von den Strömungen getrieben, schliesslich wenigstens zum Theil dem Bodenschlamme als Nahrung anderer Organismen zugeführt; aber die so in die Tiefe gelangten abgestorbenen vegetabilischen und thierischen Reste werden gewiss nicht als einziges Nahrungsmaterial in Betracht kommen können, um die Entwicklung und Erhaltung der erstaunlich reichen Tiefsee-Fauna erklären zu können. In der That ist denn auch durch neuere Beobachtungen (C. Chun) gezeigt worden, dass wenigstens im Mittelmeere bis zu einer Tiefe von circa 800 Faden eine reiche und mannigfaltige pelagische Tiefsee-Fauna besteht und wahrscheinlich gemacht worden, dass nicht nur von den seichteren Küsten her, sondern auch in weiterer Entfernung von denselben in verticaler Richtung eine Einwanderung pelagischer Thiere nach dem Meeresgrunde hin besteht. Ferner ist für zahlreiche pelagische Thierformen ein periodisches Auf- und Absteigen nachgewiesen worden, indem viele an der Oberfläche lebende Thiere mit Beginn des Sommers in die Tiefe versinken, um mit dem Beginn der kalten Jahreszeit wieder an die Oberfläche emporzusteigen, dass endlich eine Reihe von der Oberfläche an bis zu bedeutenden Tiefen herab verbreitet sind.

Die Vorstellung, nach welcher die Bewohner der Tiefsee selbstständig am Meeresgrunde entstanden sein könnten, ist aus einer Reihe von Gründen leicht als eine irrige zu widerlegen. Schon das Vorhandensein von Augen, wenn auch oft in verschiedenem Grade der Rückbildung bis zum völligen Schwunde (analog den Bewohnern unterirdischer Grotten) beweist, dass die oberflächlichen, den Lichtstrahlen zugängigen Meereszonen als Mutterboden für die Entstehung und Entwicklung des Thierlebens zu betrachten sind, und dass von ihnen aus erst secundär die Tiefen des Meeres theils von den Küsten aus, theils auch auf offener See bevölkert wurden. Auch stimmt hierzu die

Nothwendigkeit des nur unter dem Einfluss des Lichtes gedeihenden Pflanzenlebens für die Entwicklung und Erhaltung der Thierwelt als Argument von entscheidender Bedeutung. Immerhin mag bei dem überraschenden Reichthum, den das thierische Leben der Tiefe bietet, auch wiederum zeitweilig von der Tiefe aus die Bevölkerung der Oberfläche vermehrt und bereichert werden.

Unter den schwieriger zu erklärenden Thatsachen der geographischen Verbreitung nehmen die Fälle von *Kosmopolitismus* eine hervorragende Stellung ein. Eine Reihe von Thieren und Pflanzen sind auf allen Welttheilen verbreitet, andere gehören verschiedenen, durch scheinbar unübersteigliche Schranken getrennten Provinzen an und werden an den entferntesten Punkten angetroffen. Eine Erklärung erscheint möglich mit Hilfe der ausserordentlich mannigfaltigen, die Verbreitung leicht beweglicher Formen überaus begünstigenden Transportmittel, sowie aus den geographischen und klimatischen Veränderungen, aus den Verschiebungen von Wasser und Land, welche sich nachweisbar in den jüngsten geologischen und auch in den diesen vorausgehenden Perioden ereignet haben.

Das Vorkommen gleicher Thier- und Pflanzenarten auf hohen Bergen, welche durch weite Tiefländer gesondert sind, die Uebereinstimmung der Bewohner des hohen Nordens mit denen der Schneeregionen der Alpen und Pyrenäen, die Aehnlichkeit, beziehungsweise Gleichheit von Pflanzenarten in Labrador und auf den weissen Bergen in den Vereinigten Staaten einerseits und den höchsten Bergen Europa's andererseits scheint auf den ersten Blick die alte Anschauung zu unterstützen, dass die nämlichen Arten unabhängig von einander an mehreren Orten (Schöpfungscentra) geschaffen worden seien, während die Selections- und Transmutationslehre die Vorstellung in sich einschliesst, dass jede Art nur an einer einzigen [1]) Stätte entstanden sein kann, und dass die Individuen derselben, auch wenn sie noch so weit getrennt leben, von der ursprünglichen Oertlichkeit (Verbreitungscentrum) [2]) durch Wanderung sich zerstreut haben müssen. Indessen findet jene Thatsache eine ausreichende Erklärung aus den klimatischen Zuständen einer sehr neuen geologischen Periode, in welcher über Nord-Amerika und Central-Europa ein arktisches Klima herrschte (Eiszeit) und Gletscher von gewaltiger Ausdehnung die Thäler der Hochgebirge erfüllten. In dieser Periode wird eine einförmige arktische Flora und Fauna Mittel-Europa bis in den Süden der Alpen und Pyrenäen bedeckt haben, die, weil von der gleichen Polarbevölkerung aus eingewandert, in Nord-Amerika im Wesentlichen dieselbe gewesen sein musste (Renthier, Eisfuchs, Vielfrass, Alpenhase etc.). Nachdem die Eiszeit ihren Höhepunkt erreicht hatte, zogen sich mit Zunahme der mittleren Temperatur die arktischen Bewohner auf die Gebirge und allmälig immer höher bis auf die höchsten Spitzen derselben zurück, während in die tiefer liegenden

[1]) Mit dieser nicht selten missverstandenen Consequenz steht durchaus nicht im Widerspruch, dass die Organe gleicher Leistung (Tracheen, Augen) mehrfachen Ursprungs sein können (convergente Entwicklung).

[2]) Vergl. Rütimeyer, Ueber die Herkunft unserer Thierwelt. Basel und Genf, 1867.

Regionen eine aus dem Süden kommende Bevölkerung nachrückte. Auf diese Weise erklären sich aber auch in Folge der Isolation die Abänderungen, welche die alpinen Bewohner der einzelnen getrennten Gebirgsketten untereinander und von den arktischen Formen auszeichnen, zumal da die besonderen Beziehungen der alten Alpenarten, welche schon vor der Eiszeit die Gebirge bewohnten und dann in die Ebene herabrückten, einen Einfluss ausüben mussten. *Daher treffen wir neben vielen identischen Arten mancherlei Varietäten, zweifelhafte und stellvertretende Arten an.* Nun aber bezieht sich die Uebereinstimmung auch auf viele subarktische und einige Formen der nördlich-gemässigten Zone (an den niederen Bergabhängen und in den Ebenen Nord-Amerika's und Europa's), die sich nur unter der Voraussetzung erklärt, dass vor Anfang der Eiszeit auch die Lebewelt der subarktischen und nördlich gemässigten Zone rund um den Pol herum die gleiche war. Da aber gewichtige Gründe mit Bestimmtheit darauf hinweisen, dass vor der Eiszeit während der jüngeren Pliocänperiode, deren Bewohner der Art nach theilweise mit denen der Jetztzeit übereinstimmten, das Klima weit wärmer als gegenwärtig war, so erscheint es in der That nicht unmöglich, dass zu dieser Periode subarktische und nördlich gemässigte Formen viel höher nach Norden reichten und in dem zusammenhängenden Lande unter dem Polarkreise, welches sich von West-Europa an bis Ost-Amerika ausdehnte, zusammentrafen. Wahrscheinlich aber haben in der noch wärmeren älteren Pliocänzeit [1]) eine grosse Zahl derselben Thier- und Pflanzenarten die zusammenhängenden Länder des hohen Nordens bewohnt und sind dann mit dem Sinken der Wärme allmälig in der alten und neuen Welt südwärts gewandert. Auf diese Weise erklärt sich die Verwandtschaft zwischen der jetzigen Thier- und Pflanzenbevölkerung Europa's und Nord-Amerika's, welche so bedeutend ist, dass wir in jeder grossen Classe Formen antreffen, über deren Natur als geographische Rassen oder Arten gestritten wird; ebenso erklärt sich die noch nähere und engere Verwandtschaft der Organismen, welche in der jüngeren Tertiärzeit beide Welttheile bevölkerten. Hinsichtlich derselben bemerkt Rütimeyer über die pliocäne Thierwelt von Niobrara, dass die in den Sandsteinschichten begrabenen Ueberreste von Elephanten, Tapiren und Pferdearten kaum von den altweltlichen verschieden, und dass die Schweine, nach ihrem Gebiss zu urtheilen, Abkömmlinge miocäner Palaeochoeriden sind. Auch die Wiederkäuer, wie Hirsche, Schafe, Auerochsen, finden sich in gleichen Gattungen und theilweise in denselben Arten wie in den gleichwerthigen Schichten Europa's. Nun aber sind manche Genera von exquisit altweltlichem Gepräge über den Isthmus von Panama, selbst weit herab nach Süd-Amerika vorgedrungen und daselbst erst kurz vor dem Auftreten des Menschen erloschen, wie die zwei *Mastodon*-Arten der Cordilleren und die süd-amerikanischen Pferde. Sogar eine Antilopenart und zwei horntragende Wiederkäuer (*Lepto-*

[1]) In der noch älteren *Miocänzeit* herrschte auf Grönland und Spitzbergen, die damals noch zusammenhingen, ein Klima wie etwa zur Zeit in Nord-Italien, was aus den interessanten palaeontologischen Funden der Nordpol-Expeditionen hervorgeht.

therium) fanden ihren Weg bis Brasilien. Heutzutage leben dort noch zwei Tapirarten, im Gebiss selbst für Cuvier's Auge kaum von den indischen unterscheidbar, zwei Arten von Schweinen, welche den Charakter ihrer Stammform im Milchgebiss noch erkennbar an sich tragen, und eine Anzahl von Hirschen nebst den Lamas, einem erst in Amerika geborenen und späteren Sprössling der eocänen Stammformen, *„lebende Ueberreste dieser alten und auf so langem Wege nicht ohne reichliche Verluste an ihren dermaligen Wohnort gelangten Colonie des Ostens“*. Auch dürfte man kaum bezweifeln, dass ein guter Theil der Raubthiere, welche im Diluvium von Süd-Amerika altweltliche Stammverwandtschaft bewahren, auf demselben Wege dahin gelangten. Die Beutelratten liegen bereits in den eocänen Schichten Europa's begraben, und der eocäne *Caenopithecus* von Egerkingen weist auf die heutigen amerikanischen Affen hin. Ebenso zeigen die älteren (*miocänen*) Reste von Nebrasca eine grosse Uebereinstimmung mit tertiären Säugethieren Europa's. Dort lebten die Palaeotherien fort, die in Europa nicht über die eocäne Zeit hinausreichten, ferner die dreihufigen Pferde (*Anchitherium*), von denen die späteren einhufigen Pferde mit Afterzehen (*Hipparion*) und die jetztlebenden Einhufer ohne Afterzehe abzuleiten sind. Bis in die ältere Tertiärzeit lässt sich der geschichtliche Zusammenhang der die alte Welt und einen grossen Theil Amerika's bevölkernden Säugethiere zurückverfolgen, so dass Rütimeyer die älteste tertiäre Fauna Europa's als die Mutterlauge einer heutzutage auf den Tropengürtel beider Welten, allein am entschiedensten in dem massiven Afrika vertretenen echt continentalen Thiergesellschaft betrachtet. Dagegen hat nun freilich neuerdings Marsh [1]) das umgekehrte Verhältniss wahrscheinlich zu machen versucht, dass Amerika für die Säugethierfauna gewissermassen der ältere Welttheil ist. Nicht nur, dass hier die paläozoischen Formationen, die wir in Europa von nur geringer Ausdehnung kennen, fast durchaus den Boden zwischen dem Alleghanygebirge und dem Mississippi bilden, Amerika war auch längst ein weit ausgedehnter Continent, als Europa sich noch in Form einer vielgetheilten Inselgruppe darstellte und auch Afrika und Asien vielfach zertheilt waren. Speciell für die Formationen der Tertiärzeit, deren Abgrenzung von der Kreide in Amerika kaum durchführbar ist, neigt sich Marsh der Ansicht zu, dass die Thierwelt der als Eocän, Miocän und Pliocän unterschiedenen Schichtengruppen etwas älter sei als die entsprechende der östlichen Continente.

Süd-Amerika besitzt aber neben eigenthümlichen Typen von Nagern, zu denen sich die meisten Edentaten gesellen, auch Gattungen von Säugethieren und Vögeln, welche wie die oben genannten Struthioniden und wie die wenigen auch in Süd-Afrika und Süd-Asien auftretenden Edentatengattungen (*Orycteropus, Manis*) auf eine einstmalige gemeinsame Colonisirung zugleich von einem südlichen Ausgangscentrum, auf einen verschwundenen südlichen Continent hinweisen, von welchem das australische Festland ein Ueberrest zu sein

[1]) O. C. Marsh, Introduction and Succession of Vertebrate life in America. An Address. 1877.

scheint. Von diesem würden möglicherweise die Beutelthiere Australiens und des südwestlichen malayischen Inselgebietes, die Ameisenfresser und Schuppenthiere, die Faulthiere und Gürtelthiere, die ausgestorbenen Riesenvögel von Madagascar und Neuseeland und die Struthioniden, auch die Makis von Madagascar abzuleiten sein. Auch liegt die Annahme nahe, dass die von dem Ausgangscentrum der nördlichen Halbkugel stammenden Einwanderer, als sie den Boden Süd-Amerika's betraten, diesen schon mit den Vertretern einer südwestlichen Thierwelt reichlich besetzt fanden. Wie sich aus den diluvialen Thierresten ergibt, welche in den Knochenhöhlen Brasiliens und dem Alluvium der Pampas gesammelt worden sind, machen die Edentatenarten fast die Hälfte der grossen Diluvialthiere Süd-Amerika's aus und mochten somit im Stande gewesen sein, den später von Norden her eingewanderten Säugethieren so ziemlich das Gleichgewicht zu halten. Begreiflicherweise rückten auch Glieder der antarktischen Fauna nach Norden empor, und „wie wir noch heute die fremdartige Form des Faulthiers, des Gürtelthiers und des Ameisenfressers in Guatemala und Mexico mitten in einer Thiergesellschaft antreffen, die guten Theils aus noch jetzt in Europa vertretenen Geschlechtern besteht, so finden wir auch schon in der Diluvialzeit riesige Faulthiere und Gürtelthiere bis weit hinauf nach Norden verbreitet. *Megalonyx Jefferson'i* und *Mylodon Harlani*, bis nach Kentucky und Missouri vorgeschobene Posten süd-amerikanischen Ursprungs, sind in dem Lande der Bisonten und Hirsche eine gleich fremdartige Erscheinung, wie die Mastodonten in den Anden von Neugranada und Bolivia. *Mischung und Durchdringung zweier vollkommen stammverschiedener Säugethiergruppen fast auf der ganzen ungeheuren Erstreckung beider Hälften des neuen Continents bildet überhaupt den hervorstechendsten Charakterzug seiner Thierwelt*, und es ist bezeichnend, dass jede Gruppe an Reichthum der Vertretung und an Originalität ihrer Erscheinung in gleichem Masse zunimmt, als wir uns ihrem Ausgangspunkte nähern".

Erwägt man, dass die südliche Wanderung in den vorgeschichtlichen Zeitperioden auch für die Meeresbewohner Geltung gehabt hat, so wird das Vorkommen verwandter Arten an der Ost- und Westküste des gemässigteren Theiles von Nord-Amerika, in dem mittelländischen und japanesischen Meere (vornehmlich Crustaceen und Fische) verständlich, für das die alte Schöpfungslehre keine Erklärung zu geben vermag.

Das Auftreten gleicher oder sehr nahe stehender Arten in gemässigten Tiefländern und entsprechenden Gebirgshöhen *entgegengesetzter* Hemisphären erklärt sich aus der durch eine Menge geologischer Thatsachen gestützten Annahme, dass zur Eiszeit, für deren lange Dauer sichere Beweise vorliegen, die Gletscher eine ungeheuere Ausdehnung [1]) über die verschiedensten Theile der

[1]) Croll hat zu zeigen versucht, dass das eisige Klima vornehmlich eine Folge der zunehmenden Excentricität der Erdbahn und der durch dieselbe influirten oceanischen Strömungen sei, dass aber, sobald die nördliche Hemisphäre in eine Kälteperiode eingetreten, die Temperatur der südlichen erhöht worden sei und umgekehrt; er glaubt, dass die letzte grosse Eiszeit ungefähr vor 240.000 Jahren eintrat und etwa 160.000 Jahre währte.

Erde auf beiden Halbkugeln gewonnen hatten und die Temperatur über die ganze Oberfläche wenigstens der nördlichen oder südlichen Halbkugel bedeutend gesunken war. Im Anfange dieser langen Zeitperiode, als die Kälte langsam zunahm, werden sich die tropischen Thiere und Pflanzen nach dem Aequator zurückgezogen, ihnen die subtropischen und die der gemässigten Gegenden, diesen endlich die arktischen gefolgt sein. Wenn wir Croll's Schluss, dass zur Zeit der Kältezunahme der nördlichen Halbkugel die südliche Hemisphäre wärmer wurde und umgekehrt, als richtig betrachten, so werden während des langsamen Herabwanderns vieler Thiere und Pflanzen der nördlichen Halbkugel die Bewohner der heissen Tiefländer sich nach den tropischen und halbtropischen Gegenden der wärmeren südlichen Hemisphäre zurückgezogen haben. Da bekanntlich manche tropische Bewohner einen merklichen Grad von Kälte aushalten können, mochten manche Thiere und Pflanzen, in die geschütztesten Thäler zurückgezogen, auch so der Zerstörung entgangen und in späteren Generationen mehr und mehr den besonderen Temperaturbedingungen angepasst worden sein. Auch die Bewohner der gemässigten Regionen traten, dem Aequator nahe gerückt, in neue Verhältnisse der Existenzbedingungen ein und überschritten zur Zeit der grössten Wärmeabnahme in ihren kräftigsten und herrschendsten Formen auf Hochländern (Cordilleren und Gebirgsketten im Nordwesten des Himalayas), theilweise vielleicht auch in Tiefländern (wie in Indien), den Aequator. Als nun mit Ausgang der Eiszeit die Temperatur allmälig wieder zunahm, stiegen die gemässigten Formen aus den tiefer gelegenen Gegenden theils vertical auf Gebirgshöhen empor, theils wanderten sie nordwärts mehr und mehr in ihre frühere Heimat zurück. Ebenso kehrten die Formen, welche den Aequator überschritten hatten, mit einzelnen Ausnahmen wiederum zurück, erlitten aber theilweise wie jene unter den veränderten Concurrenzbedingungen geringe oder tiefgreifendere Modificationen. Nach Darwin wird nun „im regelmässigen Verlaufe der Ereignisse die südliche Hemisphäre einer intensiven Glacialzeit unterworfen worden sein, während die nördliche Hemisphäre wärmer wurde; dann müssten umgekehrt die südlichen temperirten Formen in die äquatorialen Tiefländer eingewandert sein. Die nordischen Formen, welche vorher auf den Gebirgen zurückgelassen worden waren, werden nun herabgestiegen sein und sich mit den südlichen Formen vermischt haben. Diese letzteren konnten, als die Wärme zurückkehrte, nach ihrer früheren Heimat zurückgekehrt sein, dabei jedoch einige wenige Formen auf den Bergen zurückgelassen und einige der nordischen temperirten Formen, welche von ihren Bergen herabgestiegen waren, mit sich nach Süden geführt haben. Wir müssen daher einige Species in den nördlichen und südlichen temperirten Zonen und auf den Bergen der dazwischen liegenden tropischen Gegenden identisch finden. Die eine lange Zeit hindurch auf diesen Bergen oder in entgegengesetzten Hemisphären zurückgelassenen Arten werden aber mit vielen neuen Formen zu concurriren gehabt haben und etwas verschiedenen physikalischen Bedingungen ausgesetzt gewesen sein; sie werden daher der Modification in

hohem Grade zugänglich gewesen sein und demnach jetzt im Allgemeinen als Varietäten oder als stellvertretende Arten erscheinen. Auch haben wir uns daran zu erinnern, dass in beiden Hemisphären schon früher Glacialperioden eingetreten waren; denn diese werden in Uebereinstimmung mit denselben hier erörterten Grundsätzen erklären, woher es kommt, dass so viele völlig distincte Arten dieselben weit von einander getrennten Gebiete bewohnen und zu Gattungen gehören, welche jetzt nicht mehr in den dazwischen liegenden tropischen Gegenden gefunden werden. So vermag man aus den erörterten Folgen der grossen klimatischen Veränderungen, welche sich in ganz allmäligem Verlaufe während der sogenannten Eiszeit zugetragen haben, einigermassen zu erklären, dass auf hohen Gebirgen des tropischen Amerika's eine Reihe von Pflanzenarten aus europäischen Gattungen vorkommen, dass nach Hooker das Feuerland circa 40—50 Blüthenpflanzen mit Ländertheilen auf der entgegengesetzten Hemisphäre von Nord-Amerika und Europa gemeinsam hat, dass viele Pflanzen des Himalaya und der vereinzelten Bergketten der indischen Halbinsel auf den Höhen Ceylons und den vulkanischen Kegeln Java's sich wechselseitig vertreten und europäische Formen wiederholen, dass in Neuholland eine Anzahl europäischer Pflanzengattungen, sogar in einzelnen identischen Arten, auftreten und süd-australische Formen auf Berghöhen von Borneo wachsen und über Malacca, Indien bis nach Japan reichen, dass auf den abyssinischen Gebirgen europäische Pflanzenformen und einige stellvertretende Pflanzenarten vom Cap der guten Hoffnung gefunden werden, dass nach Hooker mehrere auf den Cameroon-Bergen am Golfe von Guinea wachsende Pflanzen denen der abyssinischen Gebirge und mit solchen des gemässigten Europa's nahe verwandt sind. Aber schon vor der Eiszeit müssen sich viele Thier- und Pflanzenformen über sehr entfernte Punkte der südlichen Halbkugel verbreitet haben, unterstützt theils durch gelegentliche Transportmittel, theils durch die besonderen, von den jetzigen abweichenden Verhältnisse der Vertheilung von Wasser und Land, theils durch frühere Glacialperioden; nur so wird man das Vorkommen ganz verschiedener[1]) Arten südlicher Gattungen an entlegenen Punkten, die ähnliche Gestaltung des Pflanzenlebens an den Südküsten von Amerika, Neuholland und Neuseeland zu begründen vermögen.

Gegen die Theorie gemeinsamer Abstammung mit nachfolgender Abänderung durch natürliche Zuchtwahl scheint auf den ersten Blick die *Verbreitungsweise der Süsswasserbewohner* zu sprechen. Während wir nämlich mit Rücksicht auf die Schranken des trockenen Landes erwarten sollten, dass die einzelnen Landseen und Stromgebiete eine besondere und eigenthümliche Bevölkerung besässen, finden wir im Gegentheil eine ausserordentliche Verbreitung zahlreicher Süsswasserarten und beobachten, dass verwandte Formen in den Gewässern der gesammten Oberfläche vorherrschen. Sogar dieselben Arten können auf weit von einander entfernten Continenten vorkommen, wie

[1]) In dem Grade abweichend, dass die Zeit von Beginn der Eiszeit zur Stärke der Abänderung nicht wohl ausgereicht haben kann.

nach Günther der Süsswasserfisch *Galaxias attenuatus* Tasmanien, Neuseeland, den Falklandsinseln und Süd-Amerika angehört. Die Phyllopodengattungen *Estheria*, *Limnadia*, *Apus* und *Branchipus* finden sich in allen Welttheilen vertreten und Gleiches gilt von zahlreichen Süsswassermollusken. In erster Linie dürfte das Verhältniss zwischen Meeresthieren und verwandten Süsswasserbewohnern, welche nach der allgemein angenommenen und gut begründeten Ansicht ihrem Ursprunge nach auf jene zurückzuführen sind, zur Erklärung der grossen Verbreitung vieler Süsswasserformen, welche von dem Meere aus in die Flüsse und von da in Landseen eingewandert sind, von Bedeutung sein. Sodann wird für dieselbe der Einfluss von Niveauveränderungen und Höhenwechsel während der gegenwärtigen Periode, sowie die Wirkung ausserordentlicher Transportmittel in Betracht kommen. Zu den letzteren gehören weite Ueberschwemmungen und Fluthen, Wirbelwinde, welche Fische und Pflanzen und deren Keime von einem Flussgebiete in das andere übertragen. Dazu kommt für Eier, welche, wie die zahlreichen Entomostraken, in eingetrocknetem Schlamme überdauern, der Transport an den Extremitäten und am Gefieder insbesondere von Wasservögeln. Hiemit steht die Thatsache im Einklang, dass auf entgegengesetzten Seiten von Gebirgsketten, welche schon seit früher Zeit die Wasserscheide gebildet haben, verschiedene Fische angetroffen werden. Auch die passive Ueberführung von Süsswasserschnecken, Eiern, Pflanzensamen durch flugfähige Wasserkäfer und wandernde Sumpfvögel scheint für die Verbreitung der Süsswasserbevölkerung von Einfluss gewesen zu sein. Auch sind vom Meere aus Seethiere in verschiedene Flussgebiete eingetreten und haben sich allmälig dem Leben im süssen Wasser angepasst. In der That sind wir im Stande, zahlreiche Süsswasserbewohner von Seethieren abzuleiten, welche langsam und allmälig an das Leben zuerst im Brackwasser und dann im süssen Wasser gewöhnt und später theilweise oder vollständig vom Meere separirt wurden.

Nach Valenciennes gibt es kaum eine Fischgruppe, welche vollkommen auf das Leben in Flüssen und Landseen beschränkt wäre, in vielen Fällen treten sogar die nächsten Verwandten — und Gleiches beobachten wir bei zehnfüssigen Krebsen — im Meere und im süssen Wasser auf, in anderen Fällen leben dieselben Fische im Meere und in Flüssen (*Mugiloideen*, *Pleuronectiden*, *Salmoniden* etc.). Von besonderem Interesse sind eine Reihe ausgezeichneter Beispiele, welche das Schicksal und die Veränderungen von Fischen und Krebsen in allmälig oder plötzlich vom Meere abgesperrten und zu Binnenseen umgestalteten Gewässern beleuchten. Von Lovén wurden diese für die Thiere des Wenern- und Wetternsee's, welche mit denen des Eismeeres eine grosse Uebereinstimmung zeigen, von Malmgreen für die des Ladogasee's erörtert. Nach letzterem Forscher ist der Alpensaibling (*Salmo salvelinus*) dem Polarmeere entsprungen und hat seinen nächsten Verwandten in dem *Salmo alpinus* Skandinaviens. Die italienischen Landseen enthalten eine Anzahl von Fisch- und Crustaceenarten, welche den Charakter von Seethieren des Mittelmeeres,

beziehungsweise der Nordsee an sich tragen (*Blennius vulgaris, Atherina lacustris, Telphusa fluviatilis, Palaemon lacustris = varians, Sphaeroma fossarum* der Pontinischen Sümpfe), so dass der Schluss einer vormaligen Verbindung mit dem Meere und einer späteren durch Hebung bewirkten Absperrung überaus nahe liegt. Auch in Griechenland, auf der Insel Cypern, in Syrien und Egypten leben in süssen Wassern vereinzelte Crustaceentypen des Meeres (*Telphusa fluviatilis, Orchestia cavimana, Gammarus marinus* var. *Veneris*). und in Brasilien finden wir eine noch grössere Zahl von marinen Crustaceengattungen als Süsswasserbewohner [1]) wieder. Eine wahre Meeresfauna besitzt endlich das Kaspische Meer, welchem zahlreiche marine Weichthiere, Krebse und Würmer angehören.

Eine andere Reihe von Thatsachen, welche der Theorie gemeinsamer Abstammung mancherlei Schwierigkeiten bieten, jedoch unter einigen Voraussetzungen grossentheils ebenfalls mit derselben im besten Einklang stehen, betrifft die *Eigenthümlichkeiten der Inselbevölkerung* und ihre Verwandtschaft mit der Bevölkerung der nächstliegenden Festländer. Ihrer Entstehung nach haben wir die Inseln entweder als die höchstgelegenen, aus dem Meere allmälig oder plötzlich emporgetretenen Gipfel unterseeischer Ländergebiete aufzufassen, an deren Entstehung vulcanische Vorgänge oder die Thätigkeit der Korallenpolypen wesentlich betheiligt waren, oder sie sind als Bruchstücke von Continenten zu betrachten, die erst in Folge säculärer Senkung durch das überfluthende Meer getrennt wurden. Für die ersteren, welche gewöhnlich in Gruppen zusammengedrängt, von Continenten weit entfernt und durch ein tiefes Meer von denselben getrennt liegen, ist der Mangel der Landsäugethiere und Amphibien ein durchgreifender und bedeutungsvoller Charakter, während Vögel, einzelne Reptilien, Insecten und Mollusken zu den nächstgelegenen Continenten eine nachweisbare Beziehung bieten. Man wird daher schliessen können, dass solche Inseln von jenen aus auf dem Wege der normalen oder auch aussergewöhnlichen Transportmittel bevölkert wurden, und dass die neuen Colonisten im Laufe der Zeit abänderten und zu Varietäten oder Arten wurden.

Die Bevölkerung der *continentalen Inseln* erklärt sich dagegen aus ihrer früheren Verbindung mit dem Festland, dessen Fauna und Flora sich bruchstückweise erhalten, aber auch je nach dem Alter der Trennung mehr oder minder tiefgreifende Abänderungen erfahren hat. Solche Inseln besitzen in der Regel im Gegensatze zu den ersteren eine grössere oder geringere Anzahl continentaler Säugethiere, während sie mit den durch Hebung entstandenen Inseln die verhältnissmässig nur geringe Artenzahl der Bewohner gemeinsam haben, unter denen sich stets einzelne, zuweilen zahlreiche endemische

[1]) Nach Martens finden sich dort die Süsswasserkrabben (gewissermassen die altweltlichen Telphusen wiederholend): *Trichodactylus quadratus, Sylriocarcinus panoplus, Dilocarcinus multidentatus;* die Süsswasseranomure *Aeglea laevis.* Als Makruren werden — abgesehen von den mit dem Hummer so nahe verwandten Astaciden — angeführt: *Palaemon Jamaicensis, spinimanus, forceps,* sodann von Asseln *Cymothoe Henseli.*

Formen finden. Diese Thatsache erklärt sich ungezwungen, insofern Arten, welche in ein neues mehr oder minder isolirtes Gebiet eintreten oder auf einen bestimmten Bezirk abgeschlossen werden, unter den veränderten Bedingungen der Concurrenz und sodann aus dem Grunde Modificationen erfahren müssen, weil sie nicht durch fortwährendes Nachrücken unveränderter Einwanderer mit dem Mutterlande in Continuität erhalten werden.

Unter den *oceanischen Inseln* zeigen beispielsweise die Azoren, welche circa 900 englische Meilen von Portugal entfernt liegen und vulcanischen Ursprunges sind, in ihrer Vogel-, Insecten- und Landschneckenfauna einen durchaus europäischen Charakter. Mit Ausnahme der Landschnecken und Käfer besitzen sie nur ganz vereinzelte endemische Arten, obwohl Klima und Lebensverhältnisse von den continentalen bedeutend differiren. Von Säugethieren finden sich nur eine europäische Fledermaus, das Kaninchen, Wiesel, Ratten und Mäuse, sämmtlich importirte Arten. Nur eine einzige Vogelart, die der *Pyrrhula rubicilla* nahe stehende *P. murina*, ist den Azoren eigenthümlich, wohl zum Beweise, dass die Vogelfauna der Azoren eine neue ist und durch beständigen neuen Zuzug an der Abänderung verhindert wurde. Aehnlich verhalten sich die Canarischen und Capverdischen Inseln, sowie die von Korallen aufgebauten, östlich von Nord-Carolina gelegenen Bermuda-Inseln hinsichtlich der Verwandtschaft ihrer Bewohner mit den benachbarten Continenten. Die Vogelfauna der letzteren ist wesentlich eine nord-amerikanische und hat nicht eine einzige eigenthümliche Art aufzuweisen. Ebenso entsprechen die Vögel von Madeira theils europäischen, theils afrikanischen Arten, während wiederum die Landschnecken und Käfer — weil mehr abgeschlossen und vor beständigem neuen Zuzug geschützt — einen ganz specifischen Charakter tragen. Dagegen sind die westlich von Süd-Amerika gelegenen Galapagosinseln, welche wie die Azoren vulcanischen Ursprungs, aber viel älter sind und ein weit grösseres Areal besitzen, durch eine sehr eigenthümliche Fauna nicht nur der Landschnecken und Insecten, sondern auch der Vögel ausgezeichnet. Von 57 Vögeln mit tropisch amerikanischem Charakter sind 38 eigenthümliche Arten und 31 derselben echte Landvögel; dagegen gehören von den Seevögeln, welche leicht hieher gelangen, nur wenige dieser Inselgruppe als eigenthümlich an. Die 35 Käfer und 20 Landschnecken repräsentiren fast ausschliesslich specifische Arten und Gattungen. Eine noch grössere Specification ihrer Bewohner zeigen die im Centrum des nördlichen Pacifics völlig isolirt gelegenen Sandwichinseln zum Beweise des bedeutenden Alters dieser Inselgruppe, beziehungsweise der einstmaligen Nachbarschaft eines jetzt versunkenen Continentes. Von Landvögeln sind sämmtliche Passeres durch specifische Arten vertreten, ebenso die Drepanidae, welche eine von diesen Inseln eigenthümliche Familie bilden. Die 300 bis 400 Landschnecken sind lediglich in eigenthümlicher Art vertreten; 14 Gattungen derselben gehören der auf die Sandwichinseln beschränkten Familie der *Achatinelliden* an. Der Charakter der Fauna — und Gleiches gilt für die ebenso eigenthümliche Flora — weist im Wesentlichen

auf australische und polynesische Typen, indessen auch auf amerikanische Verwandtschaft hin.

Unter den continentalen Inseln bietet Grossbritannien ein charakteristisches Beispiel einer neuen, von dem Festland erst in jüngster Zeit getrennten grossen Continentalinsel. Wahrscheinlich hat noch nach Ablauf der jüngsten Eiszeit die letzte Verbindung des Inselgebietes mit dem Continente, wenn auch nur von kurzer Dauer bestanden. Mittelst derselben erklärt sich in Folge directen Ueberwanderns die grosse Uebereinstimmung seiner Bewohner mit denen des Continents, aber auch die Armuth an Arten, welche für Grossbritannien und Irland charakteristisch ist. Indessen besteht keine vollkommene Gleichheit, da von Land- und Süsswasserschnecken zwei, von Insecten eine grössere Zahl eigenthümlicher Arten und Varietäten beschrieben worden sind. Am bedeutendsten sind die Abänderungen der Salmoniden, wohl deshalb, weil die Ueberführung von See zu See schwierig ist und eine relativ vollkommene Isolirung besteht, welche die Varietäten- und Artbildung begünstigt.

Viel bedeutender differiren die süd-asiatischen Inseln Borneo, Java, Sumatra und der Philippinen, dann Japan und Formosa in ihrer Fauna und Flora untereinander und von dem benachbarten Festland, mit dem sie früher wahrscheinlich zur Miocänzeit im Zusammenhange standen. Später wurden zuerst die Philippinen, dann Java und zuletzt Sumatra und Borneo getrennt. Auch Japan und Formosa besitzen viele eigenthümliche Säugethier- und Vögelarten, aber ebenfalls durchweg von asiatischem Typus und dürften wohl in der ersten Hälfte der Pliocänzeit (Wallace) selbstständig geworden sein.

Dagegen ist die Bevölkerung der benachbarten, östlich von Borneo gelegenen, nur durch ein schmales, aber sehr tiefes Meer getrennten Inselgebiete ihrem Ursprung nach auf Australien zurückzuführen.

Von dem asiatischen Continent sind Sumatra, Borneo, Java nebst Bali östlich von Java, ähnlich wie Neuguinea nebst den benachbarten Inseln von Australien, nur durch ein seichtes Meer geschieden. Dagegen trennt eine weit tiefere Einsenkung des Meeresbodens die beiderseitigen Inselgebiete, und zwar in der Weise, dass Celebes und Lombok der südlichen Gruppe zugehören, während noch die Philippinen auf den asiatischen Continent zu beziehen sind. Als losgelöste, vielfach zerrissene Endtheile zweier einander genäherter Continente bergen sie völlig verschiedene Faunen, deren Abgrenzung mit der Trennung der beiden ehemaligen Festländer zusammenfallen muss. In der That trifft nun dieses in überraschender Weise zu. „Wenn wir," äussert sich Wallace, „die Fauna der nördlichen Inselgruppen betrachten, so finden wir einen überzeugenden Beweis, dass diese grossen Inseln einst dem grossen Continent angehört haben müssen und erst in einer sehr jungen geologischen Epoche von ihm getrennt sein können. Der Elephant und Tapir von Sumatra und Borneo, das Nashorn von Sumatra und die ähnliche javanische Art, das wilde Rind von Borneo und die javanische Form, die man so lange für eigenthümlich hielt, von allen weiss man jetzt, dass sie da oder dort auf dem Fest-

land von Süd-Asien vorkommen. Es ist unmöglich, dass einst diese grossen Thiere die Meerengen überschritten, welche jetzt diese Länder trennen, und ihre Anwesenheit beweist klar, dass, als die Arten entstanden, eine Landverbindung existirt haben muss. Eine beträchtliche Anzahl der kleinen Sänger sind allen Inseln und dem Festlande gemeinsam; aber die grossen physikalischen Veränderungen, die vor sich gegangen sein müssen seit der Ablösung und vor dem Untersinken so grosser Strecken, haben den Untergang einiger auf verschiedenen Inseln herbeigeführt, und in einigen Fällen scheint Zeit genug zu Artumwandlungen gewesen zu sein. Vögel und Insecten bestätigen diese Ansicht; denn jede Familie und fast jede Gattung dieser Gruppen, welche man auf einigen Inseln findet, gehören auch dem asiatischen Festlande an, und in einer grösseren Anzahl von Fällen sind die Arten völlig gleich".

„Wenden wir uns nun zu dem übrigen Theil des Archipels, so finden wir, dass alle Inseln östlich von Celebes und Lombok zumeist eine ebenso auffallende Aehnlichkeit mit Australien und Neuguinea zeigen als die westlichen zu Asien. Es ist bekannt, dass die Naturerzeugnisse Australiens [1]) von denen Asiens mehr abweichen als die der vier älteren Erdtheile von einander. Wirklich steht Australien für sich. Es hat keine Affen, Katzen, Wölfe, Bären oder Hyänen; keine Hirsche oder Antilopen, Schaf oder Rind; weder Elephant noch Pferd, Eichhörnchen oder Kaninchen: kurz nichts von jenen Familientypen der Vierfüsser, die man in jedem anderen Theile der Erde findet. Statt dieser besitzt es nur Beutler, Kängurus und Opossums und das Schnabelthier. Auch seine Vogelwelt ist fast ganz eigenthümlich. Es besitzt weder Spechte noch Fasanen, Familien, die überall sonst vorkommen. Statt derselben hat es die erdhügelbauenden Fusshühner, die Honigsauger, Kakadus und pinselzungigen Loris, die sonst nirgends leben. Alle diese auffallenden Eigenthümlichkeiten finden sich auch auf den Inseln, welche die südmalayische Abtheilung des Archipels bilden."

„Der grosse Gegensatz zwischen den beiden Abtheilungen des Archipels tritt nirgends so plötzlich in die Augen, als wenn man von der Insel Bali nach Lombok übersetzt, wo die beiden Regionen sich am engsten berühren. In Bali haben wir Bartvögel, Fruchtdrosseln und Spechte; in Lombok sieht man diese nicht mehr, aber eine Menge von Kakadus, Honigsaugern und Fusshühnern, die ihrerseits wieder in Bali und allen westlicheren Inseln unbekannt." „Reisen

[1]) Für die Pflanzen und Schmetterlinge trifft die Abgrenzung weniger zu, da die Flora von Neuseeland mit der von Süd-Amerika eine grosse Verwandtschaft zeigt und die Schmetterlinge von Australien und Polynesien so sehr den Charakter der indischen Falter tragen, dass sie zu der continental-asiatischen Falterfauna bezogen werden müssen. Auch manche Vögel und Fledermäuse sind mit denen Ostindiens verwandt. Man erkennt hier deutlich den Einfluss des Flugvermögens als Transportmittel zur Ueberwindung der durch Meerengen gesetzten Schranken. Dagegen sind die eigentlichen Landthiere und schwerfälligen Echsen, sowie die Schlangen und Schnecken grossentheils eigenthümliche Formen des Landes, wenn auch mehr oder minder auf die Nachbarschaft ausgebreitet. Die *Monotremen* gehören ausschliesslich Tasmanien und der gegenüberliegenden Festlandsküste an.

wir von Java oder Borneo nach Celebes [1]) oder den Molukken, so ist der Unterschied noch auffallender. Dort sind die Waldungen reich an Affen, Katzen, Hirschen, Zibethkatzen und Ottern, und man begegnet zahlreichen Formen von Eichhörnchen. Hier — keines dieser Thiere, aber der Kuskus mit dem Greifschwanz ist fast das einzige Landsäugethier, ausgenommen die wilden Schweine, die auf allen diesen Inseln vorkommen und — wahrscheinlich in neuerer Zeit eingeführte — Hirsche auf Celebes und den Molukken." „Unzweifelhaft müssen wir aus diesen Thatsachen den Schluss ziehen, dass die östlich von Java und Borneo gelegenen Inseln im Wesentlichen einen Theil eines früheren australischen oder pacifischen Continents bildeten, obschon einige von ihnen vielleicht nie mit ihm im wirklichen Zusammenhange gestanden. Dieser Continent muss schon zertrümmert worden sein, nicht nur ehe die westlichen Inseln sich von Asien trennten, sondern wahrscheinlich schon bevor die Südostspitze von Asien aus dem Ocean aufgetaucht war. Denn man weiss, dass ein grosser Theil von Borneo und Java einer ganz jungen geologischen Formation angehört, während die grosse Verschiedenheit der Arten, in vielen Fällen auch der Gattungen, von den Erzeugnissen der östlichen malayischen Inseln und Australiens, sowie die grosse Tiefe der See, welche sie jetzt trennt, auf eine verhältnissmässig lange Periode der Isolirung schliessen lässt." (Vergl. Wallace l. c.)

Unter den alten continentalen Inseln hat *Madagascar* eine von dem benachbarten Festlande höchst abweichende, sehr eigenthümliche Bevölkerung aufzuweisen. Von 66 Säugethieren sind 33 Lemuren, während die grossen Säugethierarten Afrika's, wie anthropomorphe Affen, Paviane, Löwen, Hyänen, Zebras, Elephanten, Rhinoceriden, Büffel, Antilopen etc., ebenso wie die Tiger, Tapire, Bären, Hirsche und Eichhörnchen Asiens fehlen. Dagegen finden sich fünf Gattungen von *Centetiden*, einer Familie, die nur noch auf den Antillen (Cuba und Haïti) vorkommt. Die Carnivoren sind durch die specifische Gattung *Cryptoprocta* und durch acht Zibethkatzen, darunter vier eigenthümliche Gattungen, vertreten. Die circa 100 Landvögel Madagascars sind sämmtlich — bis auf vier oder fünf — eigenthümliche Arten, viele haben afrikanische, einige indische und malayische Verwandtschaft. Wahrscheinlich war Madagascar zur Eocänzeit mit dem tropischen Afrika, welches durch ein Meer von Nord-Afrika geschieden war, verbunden, in der Pliocänzeit aber, nach Hebung der Sahara

[1]) Die Insel *Celebes* jedoch nimmt mit Rücksicht auf ihre Fauna eine Zwischenstellung ein, indem von sechzehn Landsäugethieren vier zur australischen Fauna gehören, die anderen theils asiatische Typen, theils eigenthümliche, ihrem Ursprung nach auf Afrika hinweisende Typen sind (*Cynopithecus nigrescens, Anoa depressicornis, Babirussa alfurus*). Aehnlich verhält es sich mit der viel reicheren Ornis, welche 94 eigenthümliche Arten aufweist und im Uebrigen vornehmlich asiatische, aber auch australische und afrikanische Formen enthält. Die bis zur Miocänzeit zurückreichende Isolation der von tiefem Meere umgebenen Insel scheint diese Besonderheiten zu erklären. Vorher aber stand dieselbe im Zusammenhange mit dem asiatischen Continent, von dem sie weit früher als Borneo, Sumatra und Java zur Trennung gelangte.

und als die vom nördlichen Continente stammenden Colonisten in das tropische Afrika einwanderten, getrennt, so dass sich nur Formen einer alten und weit verbreiteten Fauna erhalten konnten.

Noch eigenthümlicher verhält sich die Fauna *Neuseelands*, welche wegen des Mangels der Säugethiere — bis auf zwei Fledermäuse — zu den oceanischen Inseln gestellt werden müsste, dagegen geographisch und geologisch durchaus einem continentalen Inselgebiet entspricht. Von Vögeln sind in erster Linie eine grosse Zahl flugunfähiger Formen, unter denselben vier Apteryxarten, und eilf wahrscheinlich erst in der jüngsten historischen Zeit ausgestorbene sogenannte Riesenvögel charakteristisch; dazu kommt eine Reihe von Vogelgattungen, welche auch auf Neu-Guinea und den Südseeinseln vorhanden sind. Von Eidechsen finden sich ausser drei weit verbreiteten Gattungen die Neuseeland eigenthümliche, zwischen Krokodilen und Eidechsen stehende, *Hatteria*. Ebenso wenig wie die Süsswasserfische, welche mit gemässigt asiatischen und südamerikanischen Formen verwandt sind, zeigt der einzige Batrachier Neuseelands (*Liopelma Hochstetteri*) eine Verwandtschaft mit australischen Fröschen. Derselbe gehört zu der auf Europa und Süd-Amerika beschränkten Familie der Bombinatoren. Zur Erklärung der merkwürdigen Verhältnisse schliesst Wallace auf bedeutende geographische Veränderungen zurück, welche Neuseeland in der Vorzeit erfahren hat, und hält die Annahme für begründet, dass dasselbe in sehr früher Zeit mit Nord-Australien und Neu-Guinea verbunden war, und dass dieses Ländergebiet, von welchem das übrige Australien getrennt war, damals noch keine Säugethiere besass. Andererseits erscheint in etwas späterer Zeit eine südliche Ausdehnung gegen den antarktischen Continent hin wahrscheinlich, um das Vorhandensein zahlreicher Arten süd-amerikanischer Süsswasserfische und Pflanzen zu erklären, wie überhaupt die Annahme einer einstmaligen directen Landverbindung Neuseelands und Australiens mit Süd-Amerika und Süd-Afrika über einen antarktischen Continent als aus einer Reihe von Gründen erforderlich erscheint.

Der Werth des Selectionsprincipes zur Erklärung der Transmutationsvorgänge.

Wenn wir die Lehre von der Entstehung der Arten auf dem Wege der Descendenz oder natürlichen Abstammung von anderen Arten als den wissenschaftlichen Voraussetzungen entsprechend und durch die Thatsachen der Morphologie, Paläontologie und geographischen Verbreitung der Organismen hinreichend gesichert betrachten können, so werden noch die Mittel und Wege, welche man zur Erklärung der Transmutationsvorgänge gefunden zu haben glaubt, ihrer Bedeutung nach zu würdigen sein. Insbesondere bleibt die Wahrheit und Giltigkeit der natürlichen Auswahl und der auf dieselbe gegründeten Selectionstheorie zu untersuchen, welche neben der Lamarck'schen Lehre von der directen, durch das Bedürfniss der Anpassung, den Gebrauch und Nichtgebrauch bedingten Umgestaltung, der activen Anpassung der Organisation an die Lebens-

bedingungen und der unmittelbaren mechanischen Einwirkung der physischen Bedingungen auf die Veränderung der Organe eine so grosse Rolle spielt.

Man hat gegen die *Anwendbarkeit des Principes der natürlichen Zuchtwahl*, auf dem die von Darwin gegebene Begründung der Transmutationslehre beruht, eine ganze Zahl von Einwürfen erhoben und zunächst gefragt, weshalb die unzähligen Uebergänge, welche nach der Selectionstheorie zwischen Varietäten und Arten existirt haben, in der Natur nicht zu finden sind, weshalb nicht, wie man erwarten sollte, anstatt der mehr oder minder wohl begrenzten Arten ein buntes Chaos von Formen besteht. Dieser Einwurf würde jedoch bei jedem Versuche, die Transmutation der Arten durch allmälige, nicht plötzlich sprungweise erfolgte Abänderung zu erklären, erhoben werden können und hat thatsächlich, wie leicht erweisbar, keine weitere Bedeutung. Da nämlich die natürliche Zuchtwahl langsam und *nur dann wirkt, wenn vortheilhafte Abänderungen auftreten*, von den Abänderungen aber stets die divergentesten Glieder für den Kampf um's Dasein den grössten Vortheil haben, so werden die zahlreichen kleinen Zwischenstufen längst verschwunden sein müssen, wenn im Laufe der Zeit eine als solche erkennbare Varietät zur Entwicklung gelangt ist. *Natürliche Zuchtwahl geht stets mit Vernichtung der Zwischenformen Hand in Hand* und bringt durch den Vervollkommnungsprocess nicht nur gewöhnlich die Stammform, sondern sicher in allen Fällen die allmäligen Uebergänge der Reihe nach zum Erlöschen. Nun findet man aber Reste von näheren oder entfernteren Mittelgliedern zwischen Arten und Abarten in den Ablagerungen der Erdrinde eingebettet, wie bereits für eine Reihe von Formen dargelegt worden ist. Dass wir nur selten grössere und zusammenhängende Reihen continuirlich aufeinanderfolgender Abänderungen in umfassenderem Massstabe nachzuweisen im Stande sind, erklärt sich aus der grossen Unvollständigkeit der geologischen Urkunde. Bezüglich der allgemeinen Voraussetzungen der Darwin'schen Selectionslehre wird man aber zugestehen müssen, dass dieselben thatsächlich existiren. Für den Kampf um's Dasein in dem weitgefassten Sinne liefert uns jeder Blick in das Naturleben mannigfache und ausgiebige Belege. Führt derselbe aber auch in Wahrheit zu dem gefolgerten Ergebniss, zu einer Steigerung der zweckmässigen und dem Organismus nützlichen Abänderungen auf dem Wege der natürlichen Auslese? Existirt mit anderen Worten eine *Naturzüchtung*, durch welche die indifferenten Variationen zum Ausfall gebracht, die nützlichen erhalten und im Laufe der Generationen verstärkt und zu Varietäten gesteigert werden?

1. Der erste bemerkenswerthe Einwand bestreitet überhaupt jeden Erfolg der natürlichen Auswahl, insofern im freien Naturleben der die Isolirung der Paare bedingende Factor hinwegfalle. Nur bei der Auswanderung eines oder mehrerer Paare in fremde, durch schwer zu übersteigende Schranken getrennte Wohngebiete könne von einer Isolirung die Rede sein. Dieser Gesichtspunkt wurde von Moriz Wagner[1]) zur Begründung seiner sogenannten Migrationstheorie

[1]) Moriz Wagner, Die Darwin'sche Theorie und das Migrationsgesetz der Organismen. Leipzig. 1868.

verwerthet, nach welcher die Migration nothwendige Bedingung für den Erfolg der natürlichen Zuchtwahl sei, und letztere ausschliesslich für ausgewanderte und durch geographische Schranken von der Stammart getrennte Individuen Geltung habe. Da sich die ersten unmerklich kleinen Abänderungen, welche den Anfang zur Entstehung einer Varietät bilden, im Kampfe mit einer *Ueberzahl* von unveränderten Individuen befänden, mit denen sie zusammenleben und in unbeschränkter Kreuzung verkehren, so würden schon sehr früh die besonderen Eigenschaften wieder verschwinden müssen, bevor sie sich zur Ausbildung einer bestimmt ausgeprägten Varietät hätten häufen und steigern können. Nur die Migration mit nachfolgender Colonisirung, die Auswanderung von Thieren und Pflanzen in räumlich getrennte, durch schwierig zu übersteigende Schranken gesonderte Gegenden und Ländergebiete schaffe die zur Varietätenbildung nothwendige Isolation und wirke um so sicherer, als in den neuen Bezirken die Nahrungs- und Concurrenzbedingungen die individuellen Abänderungen begünstigen. Die ersten veränderten Abkömmlinge solcher eingewanderter Colonisten bildeten dann das Stammpaar einer neuen Species, und ihre Heimat würde zum Mittelpunkte des Verbreitungsbezirkes der neuen Art.

Diesem Einwurf und der auf denselben gegründeten einseitigen Lehre ist zu entgegnen, dass auch durch die Wanderung eines einzigen Paares über schwer zu passirende Schranken eine absolute Ausschliessung gegen die Stammart keineswegs zu Stande kommt, da unter den Nachkommen dieses Paares nur wenige die Anfänge zu neuen nützlichen Eigenschaften besitzen, die meisten aber mit der Stammform noch völlig übereinstimmen werden. Bei den ausgewanderten Colonisten tritt der die Variation begünstigende Einfluss veränderter Lebensbedingungen erst in den Tochter- und Enkelgenerationen zur Geltung, auch hier würden anfangs eine Ueberzahl von nicht abgeänderten, mit der Stammart genau übereinstimmenden Individuen dieselbe vermeintliche Schwierigkeit bieten.

Für den Erfolg der *künstlichen* Züchtung erscheint allerdings die *Sonderung* der Individuen unumgängliche Bedingung, indessen ist der einfache Schluss von der künstlichen auf die natürliche Zuchtwahl um so weniger zutreffend, als dort die für die Auswahl massgebenden Eigenschaften von der Neigung und dem Nutzen des Menschen bestimmt werden und keineswegs dem Thiere selbst Vortheil bringen. Wenn aber vortheilhafte Eigenschaften auch in noch so geringem Grade zur Erscheinung treten, so bieten sie wahrscheinlich schon durch den Nutzen, den sie der Erhaltung der Lebensform gewähren, einen gewissen Ersatz für die bei der unbeschränkten Kreuzung fehlende Isolation. Durch die Nützlichkeit der vorhandenen Eigenschaft wird die Kreuzung mit den Individuen der Ueberzahl, wenn auch nicht gleich beseitigt, so doch beschränkt und die Eigenschaft über eine immer grössere Zahl von Formen ausgebreitet und verstärkt. Indem die abgeänderten Individuen in steter Zunahme begriffen sind, erfahren die unveränderten und minder vortheilhaft ausgerüsteten Formen eine fortschreitende Verminderung, bis sie schliesslich voll-

ständig verschwinden. Immerhin werden wir zugestehen müssen, dass eine nur an einem oder wenigen Individuen plötzlich auftretende, wenn auch bedeutende Abänderung — etwa dem Falle des Niata-Rindes und Ancona-Schafes analog — im Naturleben wohl niemals eine Varietät zu erzeugen im Stande sein wird, und dass die nützliche Variation von *vorneherein eine grössere Zahl von Individuen betreffen muss*, wenn sie Aussicht auf Erhaltung und Steigerung durch Zuchtwahl haben soll.

Die gleiche Bewandtniss hat es auch mit dem Einwurf bezüglich der Entstehung der bereits oben hervorgehobenen Fälle von Mischung, deren wenig auffällige Anfangsstufen den schutzbedürftigen Thierformen nur geringen, immerhin aber schon in die Wagschale fallenden Nutzen gewährt haben können, der sich erst allmälig auf dem Wege der natürlichen Zuchtwahl im Laufe der Generationen zu der bemerkenswerthen Abänderung steigerte.

Noch eine andere Betrachtung erweist die Unzulänglichkeit der Wagner'schen Migrationslehre. Da diese nur dem Raume nach getrennte Varietäten und Arten in's Auge fasst, würde sie nicht erklären können, wie neue Varietäten und Arten *in zeitlicher Aufeinanderfolge auf demselben Raumgebiete* während allmäliger geographischer und klimatischer Veränderungen aus alten Arten hervorgehen konnten. Gerade ausgedehnte und zusammenhängende Gebiete sind aber für die Erzeugung von Abänderungen und für die Entstehung verbreiteter und zu langer Dauer befähigten Arten wegen der Mannigfaltigkeit der Lebensbedingungen besonders günstig, wie Darwin erörtert hat. Auch treffen wir recht oft in den verschiedenen Schichten einer und derselben Ablagerung an der gleichen Oertlichkeit zusammengehörige Varietäten, ja selbst Reihen von Abänderungen an. Wenn wir uns auch über die besonderen Vorgänge, welche im einzelnen Falle die auftretende kleine Variation irgend eines Organes veranlasst haben, in voller Unkenntniss befinden und deshalb dem Worte „Zufall" einen häufigen Gebrauch einräumen, so werden wir doch als Ursache der noch so kleinen Variation die Wirkung bestimmter, wenn auch nicht bekannter physikalischer Bedingungen der Ernährung im weitesten Sinne des Wortes anzuerkennen haben. Für die letzteren aber sind von grosser Bedeutung die besonderen tellurischen und klimatischen Verhältnisse, welche im Laufe grosser Zeiträume nachweisbar einen langsamen aber mannigfachen Wechsel erfahren und mit demselben insbesondere die Concurrenzbedingungen der Organismen im Kampfe um's Dasein wesentlich verändert haben. Während der Perioden eines langsamen, aber von bedeutenden Resultaten begleiteten Wechsels der Temperatur, der Bodengestaltung und des Klimas werden die nämlichen Ursachen gleichzeitig und mit ähnlicher Intensität auf zahlreiche Individuen gleicher Art eingewirkt und hiedurch den primären Anstoss zu kleinen Variationen gegeben haben, durch welche zahlreiche Individuen in gleicher Richtung, wenn auch anfangs in sehr geringem Grade abgeändert wurden. *Erst nachdem durch den primären Anlass physikalischer Ursachen zahlreiche Lebensformen von der gleichen Variationstendenz ergriffen waren, wirkte die natürliche Züchtung*

für die Erhaltung und Steigerung bestimmter und nützlicher Modificationen erfolgreich ein.

Auch in der veränderten Fassung, durch welche M. Wagner[1]) seine durch Weismann arg bedrängte Lehre retten zu können glaubte, erscheint dieselbe ganz unhaltbar, zumal sie zur Negation der natürlichen Auslese führt und mit sich selbst in Widerspruch geräth. Zunächst ist es eine durchaus willkürliche Annahme, den individuellen Eigenthümlichkeiten des Colonistenpaares und ihrer unmittelbaren Ahnen den primären und massgebenden Einfluss für die Gestaltung der neuen Rasse, Abart oder Art zuzuschreiben, dagegen den besonderen physischen und localen Bedingungen des neuen Wohnortes einen nur secundären, die Richtung der Abänderung bestimmenden Werth einzuräumen. Es ist eine lediglich in der Vorstellung vorhandene Zurechtlegung, in dem persönlichen Charakter des Individuums bereits die Bedingung der beginnenden Varietät, beziehungsweise neuen Art, finden und für die noch folgenden Generationen die Steigerung der Merkmale des Stammpaares durch den Einfluss nächstverwandtschaftlicher Paarung und strenger Inzucht, die ja so häufig gerade der Lebensform zum grössten Nachtheil gereicht, erklären zu wollen. Neben einer solchen durchaus unbegründeten Annahme bleibt natürlich für die Wirkung der natürlichen Auslese kein Raum. Dabei erfährt die räumliche Isolirung selbst eine bedenkliche Abschwächung, indem die für die Separation massgebenden Schranken zu so minimalen herabgedrückt werden, dass sie als Hemmniss der Ausbreitung nur noch in der Idee Bedeutung behalten. Die Wanderung über eine bestehende natürliche Schranke gilt nicht mehr als nothwendige Bedingung zur Entstehung einer neuen Art. „Jede örtliche Separation, jede locale Isolirung, wie z. B. die Verbreitung in den verschiedenen Buchten und Tiefen eines und desselben Süsswassersee's, überhaupt jede topographische Ursache, welche die periodische Bildung einer getrennten Colonie begünstigt, kann nicht nur, sondern muss eine gewisse morphologische Veränderung der Stammform, also in der Regel die Bildung einer neuen Abart zur Folge haben, auch ohne Wanderung über die trennenden Schranken eines Hochgebirges, Meeres oder einer Wüste." Die Separationslehre in der neuen Fassung hebt sich hiemit selbst im früheren Sinne auf und enthält eine vollständige Lossagung vom Darwinismus, ohne an Stelle der natürlichen Zuchtwahl ein besseres, die Transmutation erklärendes Princip zu setzen.

2. Ein anderer von mehreren Seiten erhobener, vornehmlich von Mivart[2]) erörterter Einwand betrifft die Unzulänglichkeit der natürlichen Zuchtwahl zur Erklärung der ersten minimalen Anfangsstufen der Abänderungen, da diese dem Organismus unmöglich schon Nutzen gebracht haben, welcher erst bei der im Laufe der Generationen erzielten Steigerung der Modification hervorgetreten

[1]) M. Wagner, Ueber den Einfluss der geographischen Isolirung und Colonienbildung auf die morphologischen Veränderungen der Organismen. Sitzungsberichte der k. Akademie zu München, 1870.

[2]) Mivart, On the genesis of species. London, 1871.

sein konnte. Die Uebereinstimmung, welche zahlreiche Thiere in ihrer Färbung mit der Farbe des Aufenthaltsortes zeigen, die Aehnlichkeit vieler Insecten mit Gegenständen der Umgebung, wie z. B. mit Blättern, dürren Zweigen, Blüthen, Vogelexcrementen etc., wird mittelst der Selectionstheorie in der That nur unter der Voraussetzung erklärt werden, dass die in Frage stehende Eigenschaft bereits von vorneherein bei ihrem ersten Auftreten einen ziemlich hohen Grad der Uebereinstimmung, eine gewisse rohe Aehnlichkeit mit äusseren Naturobjecten dargeboten hat. Wenn wir bei Culturrassen, deren wildlebende Stammform, wie z. B. das Kaninchen, durch eine bestimmte, offenbar nützliche Färbung sich auszeichnet, eine ganz ausserordentliche Variabilität der Farben des Pelzes beobachten, so werden wir wohl zu dem Schlusse berechtigt sein, dass die Färbung des Pelzes auch bei dem wilden Kaninchen oder einer früheren Stammform desselben ursprünglich mehrfach variirte, und dass sich dann aber graue Farbentöne, weil sie als Schutzmittel den grössten Vortheil brachten, vorzugsweise erhielten und, im Laufe der Generationen fixirt, zu der constanten Färbung führten. Indessen werden in gar vielen Fällen schon geringere Abänderungen Schutz und Nutzen gewähren. Gewiss hebt Darwin mit vollem Recht hervor, dass bei Insecten, welche von Vögeln und anderen Feinden mit scharf ausgebildetem Sehvermögen verfolgt werden, jede Abstufung der Aehnlichkeit, welche die Gefahr der leichteren Entdeckung verringert, die Erhaltung und Fortpflanzung begünstigt, und bemerkt z. B. rücksichtlich der merkwürdigen *Ceroxylus laceratus*, welches nach Wallace einem mit kriechendem Moos oder Jungermannien überwachsenen Stabe gleicht, dass dieses Insect wahrscheinlich in den Unregelmässigkeiten seiner Oberfläche und in der Färbung derselben mehrfach abgeändert habe, bis diese letztere mehr oder weniger grün geworden sei. In ähnlicher Weise sucht Darwin [1]) eine Reihe anderer Beispiele, welche von Mivart als Belege angeführt waren, dass die natürliche Züchtung die Anfänge der abgeänderten Charaktere nicht zu erklären vermöge (die Barten der Wale, die unsymmetrische Gestalt der Pleuronectiden, die Lage beider Augen auf gleicher Seite, der Greifschwanz bei Affen, die Pedicellarien der Echinodermen, die Avicularien der Bryozoen u. m. a.), zu entkräften.

3. Ein dritter Einwurf, welchen zuerst Bronn, Broca, sodann Nägeli [2]) und A. Braun [3]) gegen das Nützlichkeitsprincip der natural selection vorgebracht haben, geht von der Thatsache aus, dass viele Charaktere für ihre Besitzer überhaupt keinen Nutzen gewähren und deshalb nicht von der Zuchtwahl erzeugt oder überhaupt nur beeinflusst sein können. Dagegen ist zunächst mit Darwin hervorzuheben, dass wir über die Bedeutung und den Nutzen vieler Eigenschaften nur unzureichend oder gar nicht unterrichtet sind, dass das, was in der That jetzt keinen Vortheil gewährt, doch in früherer Zeit und

[1]) Ch. Darwin l. c. 5. Auflage, pag. 248—269.

[2]) C. Nägeli, Entstehung und Begriff der naturhistorischen Art. München, 1865.

[3]) A. Braun, S. 102.

unter anderen Verhältnissen nützlich gewesen sein kann. Immerhin muss jedoch zugestanden werden, dass sowohl unbedeutende individuelle als tiefer greifende und bedeutende Variationen ohne Beziehung auf irgend welchen Nutzen, durch besondere physikalische Ursachen bewirkt worden sind und gleichzeitig an zahlreichen Individuen auftraten.

Von Darwin selbst vernehmen wir diese wichtige Concession in den Worten: *„früher unterschätzte ich die Häufigkeit und Bedeutung der als Folgen spontaner Variabilität auftretenden Modificationen“.*

Selbstverständlich wird damit die Wirkung der natürlichen Zuchtwahl nicht widerlegt, sondern nur wahrscheinlich gemacht, dass auch ohne Zuhilfenahme derselben manche der Natureinrichtungen, welche nicht auf zweckmässiger Anpassung beruhen, auf anderem Wege entstanden sein müssen. Auch war Darwin selbst nicht der Meinung, dass die natürliche Zuchtwahl für sich allein die Entwicklung und Gestaltung der Organisation zu erklären im Stande sei, und wies auf die Correlation des Wachsthums und der Abänderungen verschiedener Organe, somit auf immanente Bildungsgesetze hin.

4. Mit diesem Einwurf steht eine andere weit weniger zutreffende Betrachtung Nägeli's im Zusammenhang. Wenn derselbe bemerkt, dass die beiden Momente, in denen sich die hohe Organisation kund thut, die mannigfaltigste morphologische Gliederung und die am weitesten durchgeführte Theilung der Arbeit in der Pflanze von einander unabhängig seien, während sie im Thierreiche in der Regel zusammenfielen, so möchte dieser scheinbare Gegensatz in unserer zur Zeit noch unzureichenden Kenntniss von den Functionen zahlreicher morphologischer Besonderheiten der Pflanze seine Erklärung finden. Auch bei Thieren kann eine und dieselbe Function von morphologisch verschiedenen Organen besorgt werden, und dasselbe Organ kann physiologisch mehrere Verrichtungen vollziehen. Deshalb wird man aber doch nur in Ausnahmsfällen und vornehmlich bei Organen, welche in Folge des Nichtgebrauches eine Reduction erfahren haben, von Organen ausschliesslich morphologischen Werthes reden können und den Grund für die Existenz derselben in dem Vererbungsgesetze zu suchen haben. Schon mit Bezug auf die vermeintliche Nutzlosigkeit verschiedener Körpertheile hat Darwin treffend hervorgehoben, dass selbst bei den höheren und am besten bekannten Thieren viele Gebilde existiren, welche so hoch entwickelt sind, dass Niemand an ihrer Bedeutung zweifelt, obwohl dieselbe überhaupt noch gar nicht oder erst ganz neuerdings ermittelt wurde. Bezüglich der Pflanzen verweist er auf die merkwürdigen Structureigenthümlichkeiten der Orchideen-Blüthen, deren Verschiedenheiten nur noch vor wenig Jahren für rein morphologische Merkmale gehalten wurden. Durch die Untersuchungen Darwin's[1]), Herm. Müller's, Kerner's u. A. ist dann aber der Nachweis geführt worden, dass jene Besonderheiten für die Befruchtung durch Insectenhilfe von der grössten Bedeutung und wahrscheinlich

[1]) Ch. Darwin, Ueber die Einrichtungen zur Befruchtung britischer und ausländischer Orchideen durch Insecten etc., übersetzt von Bronn. Stuttgart. 1862.

durch natürliche Zuchtwahl erlangt worden sind. Ebenso weiss man jetzt, dass die verschiedene Länge der Staubfäden und Pistille, sowie deren Anordnung bei dimorphen und trimorphen Pflanzen von wesentlichem Nutzen sind. Dass im Allgemeinen Gestalt und Farbe der Blumen nicht ausschliesslich morphologische Bedeutung besitzen, sondern wesentlich durch Anpassung bedingt, die mannigfaltigsten Beziehungen zum Insectenleben haben, wurde im Anschluss an C. Sprengel eingehend von Herm. Müller[1]) erörtert, während Jul. Sachs[2]) für den seither als rein morphologisch beurtheilten Aderverlauf der Blätter die Bedeutung für die Zu- und Abfuhr der Nährstoffe, die Ausspannung der assimilirenden Chlorophyllschicht nachwies.

5. Auch ist es verfehlt, wenn Nägeli als Consequenz der Darwin'schen Lehre die Annahme ableitet, dass indifferente Merkmale variabel, die nützlichen dagegen constant sein müssten. Gerade die indifferenten Charaktere müssen, weil durch die Vererbung im Laufe zahlloser Generationen befestigt, nahezu oder absolut constant sein, wie dies gerade für diejenigen Merkmale zutrifft, welche die systematischen Kategorien bestimmen. Andererseits brauchen nützliche Eigenschaften durchaus nicht bereits die äusserste Grenze des Nutzens, den sie dem Organismus gewähren, erreicht zu haben, dürften vielmehr, zumal unter veränderten Lebensbedingungen, noch nützlicher werden können. Wenn daher Nägeli auf die Stellungsverhältnisse und die Zusammenordnung der Zellen und Organe hinweist, die als rein morphologische Eigenthümlichkeiten am leichtesten abändern müssten, in der That aber sowohl in der Natur als in der Cultur die constantesten und zähesten Merkmale sind, so behauptet er gerade das Umgekehrte von dem, was aus dem Darwin'schen Principe folgt. Wenn er ferner hervorhebt, dass bei einer Pflanze, welche gegenüberstehende Blätter und vierzählige Blüthenkreise hat, es eher gelingen würde, alle möglichen die Function betreffenden Abänderungen an den Blättern, als eine spiralige Anordnung derselben hervorzubringen, so werden wir diese Thatsachen aus den beiden oben bemerkten Gründen von Nägeli verständlich finden. Einerseits wäre es voreilig, für diese sogenannten „morphologischen Charaktere", welche uns jetzt nutzlos und daher im Kampfe um's Dasein gleichgiltig zu sein *scheinen*, eine absolute Werthlosigkeit auch für die Zeiten ihres Auftretens zu behaupten, andererseits würden wir im Allgemeinen zu bedeutende Anforderungen an die Grösse und Gewalt der Variabilität stellen, wenn wir von derselben Abänderungen tief befestigter und durch Vererbung zahlloser Generationen constant gewordener Merkmale, welche die Ordnung, Classe oder gar den Typus bestimmen, anders als ausnahmweise und in ganz abnormen Fällen erwarten wollten.

6. Mit grösserem Recht als solche Organe von indifferentem Werthe, deren Nutzen für die Existenz der Arten man zum Mindesten nicht einzusehen

[1]) H. Müller, Die Befruchtung der Blumen durch Insecten und die gegenseitigen Anpassungen beider. Leipzig, 1873.

[2]) J. Sachs, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. Leipzig, 1882.

vermag, würden solche Einrichtungen als dem Princip der Selection widersprechend herangezogen werden können, welche in grösserem oder geringerem Grade nachtheilig sind. E. Haeckel hat diesen Gesichtspunkt freilich gerade umgekehrt für die Richtigkeit der Descendenzlehre, deren einziges und wahres Begründungsprincip für ihn das der Selection ist, in's Feld geführt, und mit Hilfe desselben in Verbindung mit den Thatsachen der rudimentären Organe eine besondere Lehre als „Dysteleologie" begründen zu können geglaubt, zunächst um die Annahme einer nach Zwecken wirkenden Bildungskraft, und einer teleologischen Endursache zu widerlegen. Allerdings ist die Lehre von den rudimentären Organen ganz vorzüglich geeignet, für die Richtigkeit der Descendenz ein schwerwiegendes Zeugniss abzulegen. Aber ebensowenig wie die mit ihr verknüpfte Dysteleologie eine Zweckursache als ersten Grund der Weltexistenz widerlegt, kann sie im Sinne Haeckel's für die mit so grossem Eifer auf die Selection gestützte Descendenzlehre verwerthet werden. Im Gegentheil würde dieselbe einen wichtigen Einwand gegen die Wirksamkeit der Selection begründen, da diese doch nur vortheilhafte, für die Art zweckmässige Eigenschaften züchten kann, und jedenfalls beweisen, dass neben diesem Princip noch andere in den Bildungsgesetzen begründete Ursachen in Frage kommen.

Indessen kann nur eine oberflächliche Naturbetrachtung zu dem Glauben an eine Dysteleologie, die in Wahrheit auf einem Missverständniss beruht, verleiten. Wenn uns auch auf den ersten Blick Organrudimente bedeutungslos oder gar nachtheilig erscheinen, so vermögen wir doch bei näherem Eingehen sehr oft ihre Bedeutung zu erkennen, so beispielsweise bei den Afterklauen der Riesenschlangen, dem rudimentären Brustbein der Blindschleiche und selbst den Zahnrudimenten im Embryonalleben der Wale. Aber auch da, wo wir den Nutzen nicht einzusehen vermögen, wie z. B. bei den unter der Haut versteckten Augen-Rudimenten von Höhlenbewohnern dürfen wir — abgesehen von der Unvollkommenheit unserer Einsicht in die verwickelten Verhältnisse der Organ-Correlation — nicht ausser Acht lassen, dass schon die Rückbildung an sich ein im Haushalt des Organismus für die Ausbildung anderer functionell hervortretenden Organe höchst zweckmässiger Vorgang ist, und dass, falls dieselbe nicht zum völligen Schwunde führte, auch in der Erhaltung eines minimalen Restes insofern ein Nutzen liegt, als dieser unter veränderten Verhältnissen zum Ausgangspunkt zweckmässig modificirter Neugestaltung werden kann. Hat man doch, und gewiss mit vollem Rechte, den Rückschritt überflüssig gewordener Organe als Bedingung des Fortschritts bezeichnet.

7. Von Nägeli ist ein bemerkenswerther Einwurf gemacht worden, welcher die Unzulänglichkeit der natural selection als *ausschliessliches* Erklärungsprincip darzuthun geeignet erscheint. Im Anfange konnte es nur wenige Arten einfacher, aus Protoplasma und Sarcode bestehender Organismen von einzelligen Protophyten und Protozoen geben. Bei der Beschränktheit der Concurrenz, bei der Gleichmässigkeit der äusseren Bedingungen auf der ganzen

Erdoberfläche fehlte es an Hebeln, welche die Entstehung nützlicher Abänderungen veranlassen mussten. Jedenfalls wird hiemit eine sehr dunkle und schwierige Frage der ganzen Descendenzlehre berührt, auf welche eine nur sehr unvollständige Antwort gegeben werden kann. Wenn wir auch keineswegs Nägeli darin beistimmen können, dass die Nützlichkeitslehre überhaupt nicht zu erklären vermöge, warum zusammengesetztere und höher organisirte Wesen sich entwickeln, so müssen wir, die relative Einförmigkeit der ursprünglichen einfachen Lebewesen zugestanden, immerhin den Mangel ausreichender und geeigneter Hebel zugestehen, um die Möglichkeit für die Entwicklung der grossen Mannigfaltigkeit höher organisirter Wesen einzusehen. Mit Rücksicht auf den ersten Punkt bemerkt Darwin, dass schon die beständige Thätigkeit der natürlichen Zuchtwahl die Neigung zur progressiven Entwicklung bei organischen Wesen zu erklären vermöge, denn die beste Definition, welche jemals von einem hohen Massstabe der Organisation gegeben wurde, ist die, dass dies der Grad sei, bis zu welchem Theile specialisirt oder verschiedenartig geworden sind. Und die natürliche Zuchtwahl strebt diesem Ziele zu, insofern hiedurch die Theile in den Stand gesetzt werden, ihre Function wirksamer zu verrichten. Dagegen setzt die Wirkung der natürlichen Zuchtwahl, als deren Folge eine mit Arbeitstheilung verbundene Specialisirung der Organisation als für die Erhaltung vortheilhaft keineswegs ausgeschlossen ist, eine bereits vorhandene Mannigfaltigkeit im Bau und in der Lebensweise der Organismen voraus, wie sie die ausschliessliche Existenz von wenigen und sehr einfach gestalteten Arten, wenn auch unendlich zahlreicher Lebewesen unter gleichförmigen äusseren Naturbedingungen nicht zu bieten vermag.

Aus diesen Gründen möchten wir die Unzulänglichkeit der natürlichen Zuchtwahl und der auf dieselbe gegründeten Nützlichkeitstheorie als *ausschliessliches Erklärungsprincip* um so weniger bestreiten, als es nicht denkbar ist, dass die ganze complicirte Organisation der höchsten Pflanze und des höchsten Thieres blos durch nützliche Anpassung sich nach und nach aus dem Unvollkommenen herausgebildet habe, dass das mikroskopische einzellige Pflänzchen blos durch den Kampf um's Dasein nach unzähligen Generationen zu einer Phanerogamenpflanze, oder um von Thieren zu reden, dass die Amöbe zu einem Polypen, die Planula zu einem Wirbelthiere geworden sei. Es erscheint ganz unmöglich, ausschliesslich mit Hilfe der Selection *die Nothwendigkeit der bestimmten, in den zahllosen mannigfaltigen Abstufungen der Organisation und Besonderheiten des Systems ausgesprochenen Richtung* des grossen Entwicklungsgesetzes zu verstehen. Daher erscheinen die verschiedenen Versuche begreiflich, durch ein anderes Erklärungsprincip die offenbar vorhandene grosse Lücke auszufüllen, nur wird es leider bei näherer Betrachtung sogleich ersichtlich, dass alle diese Versuche einer wahren und positiven Grundlage ermangeln und, anstatt eine Erklärung zu geben, Umschreibungen unerklärter Verhältnisse enthalten.

Nägeli's mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre.

Obenan steht die von Nägeli aufgestellte Vervollkommnungstheorie, welche die Annahme fordert, dass die individuellen Veränderungen nicht unbestimmt, nicht nach allen Seiten gleichmässig, sondern vorzugsweise und „mit bestimmter Orientirung" nach einer zusammengesetzteren vollkommeneren Organisation zielen, dass der Abänderungsprocess wie nach einem bestimmten Entwicklungsplane, wenn auch ohne übernatürliche Einwirkung, so doch durch eine dem Organismus immanente Tendenz der Vervollkommnung geleitet werde. Neben der natürlichen Züchtung, welche nur als Correctiv thätig sei und die Ausbildung der physiologischen Eigenthümlichkeiten erkläre, müsse ein Vervollkommnungsprincip vorausgesetzt werden, welches die Gestaltung der morphologischen Charaktere beeinflusse.

Man sieht jedoch alsbald ein, dass Nägeli bei richtiger Erkenntniss der vorhandenen Lücke, derselben Lücke, welcher sich schon Lamarck in seiner Anpassungstheorie bewusst geworden war, anstatt einer jene beseitigenden Erklärung nichts als eine Phrase einführt, deren Aufnahme mit der Vorstellung verknüpft ist, als sei mit derselben eine Erklärung gewonnen. In der That aber ist der Ausdruck Vervollkommnungstendenz und Vervollkommnungstheorie nichts Anderes als die Uebertragung der in früherer Zeit so üblichen und missbrauchten Phrase des Bildungstriebes oder nisus formativus von der individuellen Entwicklungsgeschichte auf die Phylogenie. Gleiches gilt von dem Principe der „bestimmt gerichteten Variation" oder der Entwicklung aus „inneren Ursachen", wie wir sie in den Schriften von Askenasy[1]) und A. Braun[2]) ausgesprochen finden, von Forschern, welche über die Berechtigung der Descendenzlehre ebenso übereinstimmen, als sie mit Darwin die Formverwandtschaft der Arten auf gemeinsame Abstammung zurückführen.

Auch in seinem jüngst erschienenen Werke[3]) ist Nägeli, trotz eines grossen Aufwandes molecularer Constructionen, zu keiner besseren Erklärung gelangt. Wenn wir auch die in dem materiellen Substrate des Organismus, in der organisirten Materie gelegenen Bedingungen der fortschreitenden Entwicklung (Vervollkommnungsprincip) als *innere* Ursachen den äusseren, durch die Lebensbedingungen gegebenen Factoren mit Recht gegenüberstellen, wie es bereits Lamarck that, wenn derselbe die Stufenfolge der Organismen auf Kosten der ersteren stellte, den mannigfachen durch die letzteren bedingten Anpassungen gegenüber, welche auf die Wirkung des Gebrauches und Nichtgebrauches zurückgeführt werden, so müssen wir uns doch bewusst sein, dass

---

[1]) Askenasy, Beiträge zur Kritik der Darwin'schen Lehre. Leipzig, 1872.

[2]) A. Braun, Ueber die Bedeutung der Entwicklung in der Naturgeschichte. Berlin, 1872.

[3]) C. Nägeli, Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre. München und Leipzig, 1884.

die inneren Gründe unserer Einsicht vorläufig völlig unzugängig bleiben. Nägeli aber befindet sich in einer argen Selbsttäuschung, wenn er glaubt, mit seiner neuen Theorie eine mechanisch-physiologische Erklärung gegeben zu haben, in einer Täuschung, welche um so stärker betont zu werden verdient, als derselbe der seitherigen und künftigen Arbeit der Morphologen — dem hier Plan und Bauführung zu besorgenden Physiologen gegenüber — lediglich den Werth von Handlangerdiensten einräumt. Oder erreichen wir etwa eine Einsicht in das Wesen der mit der Entwicklung der Organisation fortschreitenden Vervollkommnung, indem wir dem einfachsten Protoplasmaklümpchen die Tendenz zuschreiben, Protoplasmakörper von etwas zusammengesetzterem und daher vollkommenerem Bau zu erzeugen, und hiemit eine in aufsteigender Reihe fortschreitende Bewegung begonnen denken, dann die Beharrung in der Vervollkommnung vom Einfacheren zum Zusammengesetzteren als mechanische Ursache für die Entwicklung der organischen Reiche bezeichnen? Zwar erscheint es durchaus berechtigt, das Keimprotoplasma, wie es auch andere Forscher thaten, als Träger der erblichen Anlagen zu betrachten und sich in dem „Idioplasma" alle Eigenschaften des ausgebildeten Organismus als potentiell enthalten zu denken, aber gewinnen wir damit eine Erklärung, dass wir uns dessen moleculare Zusammensetzung nach Analogie des entwickelten Organismus dem Bedürfniss entsprechend kunstvoll construiren, uns die Zusammenordnung der kleinsten Theilchen (Micellen) unendlich mannigfaltig vorstellen und demgemäss „zahllose Combinationen wirksamer Kräfte", „zahllose Verschiedenheiten in den durch diese bedingten chemischen und plastischen Vorgängen der lebenden Substanz" annehmen, welche ebenso viele Verschiedenheiten im Wachsthum, in der inneren Organisation, in der äusseren Gestaltung und den Verrichtungen verursachen? Wird ferner etwa dadurch der Bildungstrieb seines räthselhaften Wesens entkleidet, dass wir an Stelle desselben die aufeinanderfolgenden Modificationen im Idioplasma und die wechselnden Einflüsse setzen, unter denen das Idioplasma seine Anlagen zur Entfaltung bringt? Die naturgemäss folgenden Fragen, auf welchen Vorgängen diese Modificationen beruhen und wie wir uns die Einwirkungen der umgebenden Umstände zu denken haben, hat zwar Nägeli aufgeworfen, jedoch keineswegs zu beantworten vermocht, zumal er nicht einmal für die Structur des idioplastischen (in Form netzförmig anastomosirender Stränge gedachten) Systems eine befriedigende Vorstellung abzuleiten vermag, vielmehr „den Charakter der noch verborgenen (nicht geometrischen, sondern phylogenetischen) Configuration" zugibt, mit deren Erforschung die Lösung „des grössten Räthsels der Abstammungslehre" gewonnen sei! Oder sollte es den Anforderungen einer physiologischen Erklärung entsprechen, „die Merkmale, Organe, Einrichtungen und Functionen des Organismus im Idioplasma in ihre wirklichen Elemente zerlegt" zu denken und sich vorzustellen, „dass dasselbe die Anlagen für verschiedene Organe in ähnlicher Weise zur Entfaltung bringe, wie der Clavierspieler auf seinem Instrumente die aufeinanderfolgenden Harmonien und Disharmonien eines Musikstückes

zum Ausdruck bringt", und einem so phantasievollen Bilde alsbald das Zugeständniss folgen zu lassen, dass die Art und Weise, in welcher die Mittheilung der Bewegungen unter den in dynamischer Verbindung stehenden Micellenreihen erfolge, für die Molecularphysiologie ein Geheimniss sei? Ist es möglich, im Ernste zu glauben, mittelst solcher zwar mechanisch gedachter, aber im gleichen Masse künstlich als willkürlich aufgebauter Constructionen eine Theorie zur Lösung des grossen Problemes der Bildungsgesetze und der durch dieselben bedingten Stammesentwicklung begründet zu haben? Die in das Wesen der Organisation hineingelegte Vervollkommnungstendenz bleibt vielmehr ebenso dunkel als die von Lamarck für unerklärbar gehaltene Ursache für die Stufenfolge der Organismen und fällt im Wesentlichen mit dieser zusammen, während neben der Lamarck'schen Anpassung durch die Wirkung äusserer Einflüsse dem Darwin'schen Selectionsprincip lediglich ein beschränkter Einfluss auf schärfere Abgrenzung der Sippen durch Verdrängung der Zwischenformen in beiden Reichen eingeräumt wird. Nach Nägeli liegen in der Vervollkommnung (Progression) und Anpassung die mechanischen Momente für die Bildung des Formenreichthums, in der Concurrenz mit Verdrängung oder in dem eigentlichen Darwinismus nur das mechanische Moment für die Bildung der Lücken in den beiden organischen Reichen". Damit aber wurde nicht nur der Selection die Bedeutung für die Entstehung neuer Arten und Sippen aus älteren bereits vorhandenen Arten abgesprochen, sondern auch auf die Erklärung der organischen Zweckmässigkeit und der unzähligen zweckmässigen Wechselbeziehungen der Organismen Verzicht geleistet.

Weismann's [1]) Lehre von der Continuität des Keimplasmas und den Variationen des Keimplasmas als die Ursache der Variabilität.

Die Ueberzeugung, dass die Grundbedingungen der Transmutation im Innern des Organismus und in der Molecularstructur des Plasmas zu suchen sind, hat noch zur Aufstellung einer andern bemerkenswerthen Lehre Anlass gegeben, welche zwar zu Nägeli's Theorie mehrfache Berührungspunkte bietet, indessen in sehr wesentlichen Momenten und namentlich darin von derselben abweicht, dass sie die umfassende Wirkung der Zuchtwahl und somit die Erklärung der Zweckmässigkeit im Sinne Darwin's ungeschmälert aufrecht erhält. Dagegen läugnet A. Weismann, und hierin weicht er wesentlich von Darwin ab, die Vererbung der *erworbenen* Eigenschaften. Mit dieser Negation aber trat die Forderung heran, die Variabilität in anderer Weise zu begründen, und zwar lediglich aus inneren Ursachen abzuleiten, wenn anders die Zuchtwahl überhaupt aufrecht erhalten werden sollte. Von diesem Ausgangspunkt wurde Weismann zu den beiden Hypothesen über die Continuität des Keimplasmas und über die Bedeutung der geschlechtlichen Fortpflanzung geführt.

[1]) A. Weismann, Ueber die Vererbung. Jena, 1883. Derselbe, Ueber die Continuität des Keimplasmas als Grundlage einer Theorie der Vererbung. Jena, 1885. Derselbe, Die Bedeutung der sexuellen Fortpflanzung für die Selectionstheorie. Jena, 1886.

Schon vorher hatten hervorragende Physiologen die Meinung ausgesprochen, dass die Vererbung der im individuellen Leben erworbenen Eigenschaften auf die Nachkommen eine unbewiesene und unhaltbare Voraussetzung sei. Die Schwierigkeit, ja Unmöglichkeit, die Uebertragung solcher im Leben des Individuums durch äussere Einflüsse veranlassten Veränderungen auf das Keimplasma der Sexualorgane mechanisch zu erklären, welche auch nicht von Darwin durch die als Nothbehelf aufgestellte „Pangenesis" behoben werden konnte, war für Viele Grund genug, die Vererbung der erworbenen Eigenschaften in Abrede zu stellen. Fällt aber diese Hypothese hinweg, so hat nicht nur die directe Anpassung im Sinne Lamarck's jegliche Bedeutung verloren, sondern auch die Wirkung der Selection bleibt nur noch unter der Voraussetzung verwerthbar, *als es die schon im Keimplasma potentia enthaltenen nützlichen Veränderungen sind*, welche die Züchtung verwendet. Die Selection verrichtet nicht mit den Qualitäten des fertigen Organismus, sondern „mit den in der Keimzelle verborgenen Anlagen nützlicher Eigenschaften" ihre Arbeit. Alsdann würden alle Besonderheiten, welche das Individuum, sei es durch verstärkten oder verminderten Gebrauch und durch gewohnheitsmässige Uebung, sei es mehr passiv durch die Wirkung der äusseren Verhältnisse, im Laufe seines Lebens erlangt hat, mit seinem Tode verloren sein und für das Leben der Art nicht weiter in Betracht kommen. Nur das, was in der Beschaffenheit der Keimsubstanz seine Ursache hat und der Anlage nach schon in dieser gegeben war, wird sich auf die Nachkommen übertragen und eine dauernde Veränderung der folgenden Generationen zu bewirken vermögen. Die Auslese, welche im Kampfe um's Dasein zwischen den verschieden vortheilhaft ausgerüsteten Individuen stattfindet, kann nur insoweit auf einen Erfolg rechnen, als diese in ihren Sexualzellen die Anlagen gleich vortheilhafter Nachkommen enthalten, und die Züchtung arbeitet, streng genommen, lediglich mit den Keimesanlagen, deren Vererbung auf die Nachkommen nur unter der Voraussetzung verständlich ist, dass das Substrat des Keimplasmas in der gesammten Kette der aufeinanderfolgenden Generationen in Continuität bleibt. Die *Continuität des Keimplasmas* ist demnach die nothwendige Voraussetzung zu Weismann's Lehre, und zwar die directe Continuität in dem Sinne, dass ein Theil des Keimplasmas, welches in der elterlichen Eizelle enthalten ist, beim Aufbau des Tochterindividuums nicht verbraucht wird, sondern zur Bildung der Keimzellen des letzteren *in Reserve* bleibt. Die Entstehung der neuen Keimzellengeneration erscheint alsdann als ein Vorgang des Wachsthums und der Assimilation, durch welche das Minimum des überkommenen Keimplasmas im Organismus des Nachkommen an Masse gewinnt und sich zu dessen Sexualanlage ausbildet. Nach Weismann's Vergleich würde man sich das Leben des Keimplasmas unter dem Bilde einer lang dahin kriechenden Wurzel vorstellen können, von welcher sich von Strecke zu Strecke einzelne Pflänzchen erheben, die Individuen der aufeinanderfolgenden Generationen, welche selbst nur nebensächliches Beiwerk darstellen.

Es bliebe dann aber noch die Hauptfrage zu beantworten, durch welche Ursachen die Variabilität in die Molecularstructur des Keimplasmas hineinkommt, und wie durch das Wirken derselben die bestimmte und geordnete Aufeinanderfolge von Variationen ermöglicht wird, welche die Entwicklung der Abstufungen vom Niederen zum Höheren, vom Protoplasma bis zum Säugethiere zu erklären vermag. Die erste dieser Fragen beantwortet Weismann unter Bezugnahme auf das Wesen und den Ursprung der geschlechtlichen Fortpflanzung, die man schon seit Decennien sich allgemein aus dem Conjugationsvorgange der Protozoen und Protophyten ableitet. Bei den einzelligen Organismen, in deren Protoplasmaleib Keimzellen und Körperzellen noch nicht gesondert sind, werden die äusseren Einwirkungen die individuellen Variationen veranlassen und Abänderungen hervorrufen, welche sich, obwohl im Leben des Individuums erworben, auf die Nachkommen vererben. Denn bei der vorwiegenden, nur gelegentlich mit Conjugation wechselnden Fortpflanzung durch Theilung bleibt die Leibessubstanz von Tochter- und Mutterorganismus in unmittelbarer Continuität, ähnlich einer Knospe, an welcher die Eigenthümlichkeiten der Pflanze direct übertragen werden. Daher ist die erbliche individuelle Variabilität der Einzelligen als die Ursache für die Abänderungen der Keimzellen und die in jenen begründete individuelle Variabilität der Metazoen und Metaphyten zu betrachten, dass heisst, es sind diese Keimesabänderungen aus den Lebens- und Fortpflanzungsvorgängen der Einzelligen entsprungen, welche unter Vermittlung von gleichartige Zellencolonien repräsentirenden Zwischengliedern die vielzelligen Thiere und Pflanzen entstehen liessen. Indem die durch Theilung auseinander hervorgegangenen Individuen zum Vortheil ihrer Erhaltung im gemeinsamen Verbande verharrten, traten zuerst kleine Colonien von gleichartigen Zellen auf, welche sämmtlich noch als gleichwerthige Elemente der Gesammtheit die Functionen der Ernährung und Fortpflanzung in gleicher Weise besorgten. Später aber differenzirten sich die Zellen der Colonie nach zwei Richtungen, indem die einen die Ernährung im weitesten Sinne übernahmen und zu Körperzellen wurden, die anderen als Keimzellen lediglich der Fortpflanzung dienten. Diese der Arterhaltung nützliche Modification musste aber in einer Keimesänderung ihre Ursache haben und durch eine Veränderung der Molecularstructur des Keimplasmas vorbereitet sein. „Wenn," sagt Weismann, „nun die Colonie aus irgend einem „äusseren Grunde" besser gediehe, wenn die in ihrer Keimzelle *potentia* gegebenen Molecülarten sich bei der Entwicklung der Colonie nicht wie bisher gleichmässig auf alle Theilhälften vertheilten, sondern ungleich, so würde dies auf Grund der stets vorhandenen Variabilität geschehen können, und das Resultat würde sein, dass die Zellen der fertigen Colonie ungleich ausfielen." Mit dem einmal eingeleiteten Differenzirungsprocess des vielzelligen Thierleibes, für welchen unser Autor, anstatt *die innere mechanische Ursache* der Entstehung *klarzulegen*, lediglich das regulirende Züchtungsprincip als Ursache der Erhaltung vorbringen kann, tritt aber auch die geschlechtliche Fortpflanzung in Wirkung, indem es nun lediglich die

männlichen, als Zoospermien und Eizellen differenzirten Keimzellen sind, durch deren Conjugation das zur Erzeugung des Nachkommens in Verwendung kommende Keimplasma gestaltet und in den Besonderheiten der Molecularstructur bestimmt wird. Die sexuelle Fortpflanzung ist es daher, welche die von den Einzelligen ererbte individuelle Variabilität erhält und steigert, und die grosse Zahl von Variationen in die Keimsubstanz hineinbringt, mit denen, falls sie vortheilhaft und nützlich sind, die Zuchtwahl ihre Arbeit ausführt. Nach Weismann hat demnach die sexuelle oder digene Fortpflanzung die Aufgabe, durch Vermischung verschiedener Vererbungstendenzen *„das Material an individuellen Unterschieden zu schaffen, mittelst dessen die Selection neue Arten hervorbringt“*.

Wenn wir nun die Lehre Weismann's auf ihre innere Wahrscheinlichkeit prüfen, so finden wir an derselben von zwei Gesichtspunkten aus unabweisbare Schwächen, deren Vertheidigung kaum Aussicht auf Erfolg bieten dürfte. In erster Linie ist dem Leben des Individuums für die Entstehung von Abänderungen jeder Einfluss so gut als abgesprochen, der Organismus selbst erscheint, von den Einzelligen abgesehen, für den Entwicklungsprocess mehr als werthlose Beigabe, als ein der Keimzelle aufgewachsener Appendix, mit welchem die Natur ihr nutzloses, müssiges Spiel treibt. Dagegen erscheint die Keimzelle, um die von Weismann selbst gebilligte Ausdrucksweise Spitzer's zu wiederholen, als das eigentliche schöpferische Gebilde in der organischen Welt, und die geschlechtliche Fortpflanzung als der eigentliche Schöpfer, der die moleculare Constitution der Keimzellen in unzähligen und immer neuen Combinationen mischt und dem Selectionsprocesse die Möglichkeit des Wirkens schafft.

Thatsächlich aber ist der Sachverhalt, so weit wir durch Beobachtung und Erfahrung unterrichtet sind, gerade der umgekehrte. Die Individuen sind die realen Objecte des Naturlebens, an welchen und durch welche sich alle organischen Erscheinungen abspielen. Sie sind auch die Träger des Keimplasmas, welches lediglich als differentialer Theil des ganzen Organismus und in Abhängigkeit von dem Leben desselben gedacht werden muss. Alles, was auf diesen gestaltend und verändernd einwirkt, muss auch einen Einfluss auf dasjenige Organ ausüben, welches das assimilirende und wachsende Material des Keimplasmas birgt. Dass dem so ist, konnte auch Weismann nicht entgehen und wurde auch von ihm mit in Rechnung gebracht, um alsbald zu einem Zugeständnisse Anlass zu geben, welches mindestens die Consequenz der Theorie beeinträchtigt, wenn nicht gar einen verhängnissvollen Widerspruch in dieselbe einführt. „Vielleicht,“ meint Weismann, „könne die Molecularstructur des Keimplasmas doch auch durch sehr lange fortwirkende Einflüsse [1]) derselben Art verändert werden, und es scheine die Möglichkeit nicht abzuweisen, dass lange, das heisst durch Generationen hindurch andauernde Einflüsse, wie Temperatur, Ernährungsmodus u. s. w., die die Keimzellen so gut wie jeden

[1]) A. Weismann, Zur Frage nach der Vererbung erworbener Eigenschaften. Biologisches Centralblatt 1866, Tom. VI, Nr. 2, pag. 38. Ferner: Ueber die Vererbung, pag. 48.

anderen Theil des Organismus treffen können, Veränderungen in der Constitution des Keimplasmas hervorrufen werden.“ Auch erscheint es kaum als Abschwächung dieses Zugeständnisses, wenn in der weiteren Ausführung folgt: „Aber solche Einflüsse würden dann keine individuellen Variationen hervorrufen, sondern sie müssten alle Individuen derselben Art, welche auf einem bestimmten Gebiete wohnen, in der gleichen Weise verändern.“ Hiermit ist die Möglichkeit eingeräumt, durch die Wirkung veränderter äusserer Bedingungen die Entstehung klimatischer Varietäten und anderer Erscheinungen von Variation zu erklären. Ist aber einmal diese potentielle Anpassung, wie wir sie mit E. Haeckel bezeichnen können, für irgend welche Abänderungen zugestanden, welche als directe Folge von äusseren Bedingungen auftreten, so sieht man nicht ein, weshalb nicht auch bei der grossen Zahl von Fällen, in welchen der Organismus durch den grösseren oder geringeren Gebrauch der Organe mehr activ reagirt, in gleichem Sinne ein indirecter Einfluss auf die Structur des Keimplasmas in Betracht kommen sollte, falls nur die functionelle Anpassung hinreichende Zeit und viele Generationen hindurch nach einer Richtung andauernd gewirkt hätte. Dann aber würde auch die ganze Fülle erworbener Eigenschaften bei den *Metazoen* nicht mehr von der Vererbung ausgeschlossen sein und eine der grössten Schwierigkeiten in Wegfall kommen, die eben für Weismann Anlass und Ausgang seiner Theorie war.

Sollte aber zur Zeit wirklich keine Thatsache vorliegen, welche den unangreifbaren Beweis für die Vererbung erworbener Eigenschaften liefert, so würde an deren Stelle das Gewicht einer Reihe von Erscheinungen treten, für welche ohne diese Annahme die Möglichkeit einer Erklärung entfällt. Gerade für die functionellen Anpassungen, wie Roux[1]) die durch den Gebrauch und Uebung erworbenen Eigenschaften des Individuums treffend nennt, sind wir durch die Betrachtungen dieses Forschers über den Kampf der Theile im Organismus mit überzeugender Klarheit auf die Nothwendigkeit verwiesen worden, die Frage in bejahendem Sinne zu beantworten: „Es müsste überall bei der Entwicklung der Organe dasjenige, was die functionelle Anpassung in tausend Theilen des Organismus gleichzeitig Zweckmässiges geschaffen hätte, dann erst durch tausende von Generationen dauernde zufällige Variationen und durch Auslese immer wieder von Neuem, aber in vererbbarer Form, erworben worden sein, wenn die Wirkung der functionellen Anpassung absolut nicht vererblich wäre. — Uebertragen sich dagegen ihre Bildungen, sobald sie mehrere Generationen hindurch erworben und erhalten worden sind, auf die Nachkommen, so findet damit eine grosse Zahl der Zweckmässigkeiten des thierischen Organismus ihre Erklärung, sofern nur die functionelle Anpassung selbst erklärt ist.“

Die functionellen Anpassungen sind aber das Beste und Höchste, was uns neben dem Wirken der Zuchtwahl die Wissenschaft seither im Sinne rein

[1]) Wilh. Roux, Der Kampf der Theile im Organismus. Leipzig, 1881.

mechanischen Geschehens begreiflich machen konnte und was, soweit eine Erklärung möglich ist, eine solche erfahren hat. Wollten wir auf die Verwerthung derselben verzichten, so würden wir mit Nägeli und Weismann auf die geheimnissvollen Vorgänge im Innern des Idioplasmas und der Keimzelle beschränkt sein, die wir uns zwar als moleculär-mechanische Veränderungen theoretisch vorstellen können, deren factischer Verlauf aber unbekannt und überdies seiner wahren Ursache nach in völligem Dunkel bleibt. Das ist das Gemeinsame der Theorien Nägeli's und Weismann's und wird nicht etwa, wie Letzterer meint, durch den Umstand widerlegt, dass er zur Begründung seiner Lehre eine einfache Thatsache verwerthe. Wenn es auch eine Thatsache ist, dass bei der Befruchtung die Vererbungstendenzen, welche in der Eizelle schlummern, sich mischen und daraus ein neuer Organismus mit einem bisher noch nicht dagewesenen Gemenge individueller erblicher Charaktere hervorgeht, so ist doch damit das Geheimnissvolle des bezüglichen Vorganges nicht minder behoben als das Dunkel, welches in Nägeli's Vervollkommnungstendenz liegt, für deren Bestehen auch thatsächliche Verhältnisse der im Sinne der Vervollkommnung fortschreitenden Entwicklung geltend gemacht werden. In dem einen wie in dem andern Falle bleibt *die wahre Ursache der molecularen Vorgänge verborgen*, und das Dunkel, welches in Nägeli's innerem Entwicklungsprincip als einer „besonderen phyletischen Kraft" gelegen ist, wird ausreichend gedeckt durch das Räthsel, welches für Weismann zu lösen bleibt, wenn er aus den durch die sexuelle Fortpflanzung gewonnenen Vererbungstendenzen im Vereine mit der Wirkung der Zuchtwahl die ganze organische Entwicklung von der Amoebe an in aufsteigender Ordnung bis zum Geiste eines Laplace ohne Hilfenahme eines andern Princips erklären will. Denn was ist diese in das Urkeimplasma hineingelegte Entwicklungsordnung Anderes als eine ihrem Wesen nach geheimnissvolle phyletische Kraft, über deren bewirkende Ursache wir ebensowenig durch Nägeli's zweckmässig eingerichtete Vorgänge der Molecularmechanik, wie durch Weismann's Vererbungs- und Entwicklungstendenzen auch nur eine entfernte Auskunft erhalten. Auch in den von dem Letzteren verwertheten Variationen wird man doch nur Bedingung oder Anlass zu der besonderen Structurgestaltung des Keimplasmas und diesen entsprechenden Bewegungsvorgängen der Molecülgruppen, nicht aber die bewirkende Ursache der Erscheinung selbst erkennen. Dieselben verhalten sich der wahren Ursache gegenüber ähnlich wie die Einflüsse äusserer Verhältnisse, welche zwar Veränderungen des Organismus anregen und bedingen, aber nicht deren bewirkende Ursache selbst sind. Weismann täuscht sich daher selbst, wenn er Nägeli's Annahme eines völlig unbekannten Princips gegenüber die Umwandlungen der Organismen lediglich aus den *bekannten* Kräften und Erscheinungen ableiten zu können glaubt. In Wahrheit steht derselbe mit Nägeli auf wesentlich gleichem Boden, auf der Supposition eines inneren, treibenden Entwicklungsprincips, wenn er auch die Annahme desselben nicht zugesteht und ohne dessen Hilfe auskommen zu können vermeint. Wenn Nägeli die Disposition zur Vervollkommnung zur

Voraussetzung macht, freilich auch in der Meinung, dieselbe mechanisch begründen zu können, so muss Weismann eine bestimmt gerichtete und zweckmässig geordnete Anlage des Urkeimplasmas annehmen und in dieses die bestimmende, unbekannte Ursache zurückverlegen, falls er nicht am Anfang und in all' den unzähligen einzelnen Phasen der folgenden Fortentwicklung dem Zufall die Rolle anweisen will, die vortheilhaften Aenderungen in der Molecularstructur des Keimplasmas entstehen zu lassen, mit welcher die Selection arbeiten konnte, um im Laufe der Zeit die ganze Fülle von Lebewesen in allen Abstufungen ihrer Organisation zu Stande zu bringen. Dann aber wäre wiederum dem Zufall die Bedeutung des Weltprincips eingeräumt, die schon durch die Wahrscheinlichkeitsrechnung als unendlich unwahrscheinlich erweisbar, von jeder philosophischen Weltanschauung als unmöglich abgelehnt werden muss.

Offenbar ist Weismann in der Unterschätzung des Einflusses der äusseren Bedingungen auf die Umwandlung der Organismen zu weit gegangen und hat damit den Grund und Boden verloren, um unsere Einsicht in die Vorgänge der Transmutation weiter führen zu können. Nicht in dem Fallenlassen der Lamarck'schen Grundsätze und einfachem Aufgeben der directen Anpassungen, welche das Individuum während seines Lebens erfährt, sondern umgekehrt in dem tieferen Eindringen in die Ursachen derselben und in ihrer Verbindung mit dem Selectionsprincipe liegt die Fortführung und Ausbildung der Descendenzlehre vorgezeichnet. Und in diesem Sinne hat auch bereits die Physiologie begonnen, die Natur und Entstehung der functionellen Anpassungen, welche im Einzelleben eine so grosse Rolle spielen, zu erforschen und für die Descendenzlehre zu verwerthen.

Darwin selbst räumt in seinem späteren Werke über das Variiren der Thiere [1]), im Gegensatze zu der ablehnenden Stellung, die er in seinem bahnbrechenden Werke über den Ursprung der Arten dem Lamarckismus gegenüber einnahm, die grosse Bedeutung des Gebrauches und Nichtgebrauches für die kräftigere oder schwächere Gestaltung und Leistung der Organe ein und erkennt die zweckmässige Wirkung der functionellen Anpassung und damit ein Princip an, welches für viele Fälle, ohne Beihilfe der Zuchtwahl, auf directem Wege die Entstehung des Zweckmässigen zu erklären vermag.

In der That sind die inneren Zweckmässigkeiten des Organismus, die Wechselbeziehungen und Correlationen, welche in Form und Function zwischen den verschiedenen Organen des Individuums bestehen, ihrer Ursache nach aus der Auslese der Individuen nicht ableitbar. Schon Aristoteles war mit der Thatsache bekannt, dass die Organe nicht nur ihrer Leistung entsprechend zweckmässig gestaltet sind, sondern dass sie auch ihre Arbeit gegenüber den wechselnden Verhältnissen der Aussenwelt zweckmässig reguliren, und nahm deshalb eine psychische Kraft an, welche als ernährende Seele (ψυχὴ θρεπτικὴ neben der ψυχὴ νοητικὴ) die Entwicklung und Ernährung aller Theile leite. Die

[1]) C. Darwin, Das Variiren der Thiere etc., 2. Aufl., 1873, pag. 400, etc.

moderne Physiologie hat den Nachweis zu geben versucht, dass diese innere Zweckmässigkeit auf *teleologischer Mechanik* beruht, die sich entwickeln konnte, *sofern die erste lebendige Materie die Fähigkeit besass, in zweckmässiger Weise auf ihre Umgebung zu reagiren*[1]). In jüngster Zeit hat besonders Wilhelm Roux[2]) diesen Gegenstand schärfer verfolgt und in geistvoller Weise das *Princip der functionellen Selbstgestaltung des Zweckmässigen* begründet, nach welchem verstärkter Gebrauch jedes Organ nicht nur vergrössert (den Dimensionen entsprechend, welche die Verstärkung der Thätigkeit leistet) und die specifische Leistungsfähigkeit desselben erhöht, sondern auch durch die trophische Wirkung functioneller Reize in seiner Structur zweckmässig gestaltet.

Die grosse Zahl zweckmässiger Anpassungen, wie z. B. in der feineren Architektur des Knochens, dessen Stützbälkchen in der Richtung des stärksten Druckes und Zuges verlaufen und mit dem Minimum von Material die höchste Stützkraft erreichen, und ebenso in der inneren Structur der activ thätigen Organe, wie Muskeln, Drüsen etc., können nicht aus vereinzelten Abänderungen durch die Auslese gezüchtet sein, weisen vielmehr „*auf das Vorhandensein von Qualitäten im Organismus hin,* welche *auf die Einwirkung functioneller Reize das Zweckmässige in höchst denkbarer Vollkommenheit direct hervorzubringen, direct auszugestalten vermögen*". Der Zuchtwahl gegenüber, welche zweckmässige Eigenschaften nur vereinzelt, niemals in zahlreichen Combinationen gleichzeitig ausbilden kann, wird die functionelle Anpassung tausende von zweckmässigen Anpassungen bei veränderten äusseren Lebensbedingungen gleichzeitig hervorbringen.

Aber auch darin kommt durch Roux's lichtvolle Darlegung Lamarck's Princip der directen Anpassung im Vereine mit der Selection zur vollen Geltung, dass die Vererbung der functionellen Anpassungen als auf die Nachkommen übertragene Disposition, wenn nicht positiv bewiesen, so doch in hohem Grade wahrscheinlich gemacht wird. Im Gegensatze zu Weismann, welcher das Beispiel der Wale als an das Wasserleben angepasster Säugethiere zum Beweise herausgreift, dass „Alles, was an den Thieren Charakteristisches ist, auf Anpassung durch Selection beruht", um damit das Wirken einer im Inneren gelegenen Entwicklungskraft zu widerlegen, beruft sich Roux auf den Uebergang der Wasserbewohner zum Land- oder Luftleben, und zwar gewiss mit um so grösserem Rechte und um so besserem Erfolge, als die hier in Betracht zu ziehenden Anpassungen nicht wie jene der Wale ein secundäres und mehr vereinzeltes Verhältniss betreffen, aus dem ein allgemein giltiger Schluss überhaupt nicht gezogen werden kann, sondern eine wesentliche Phase in der Entwicklungsgeschichte des Thierreiches bezeichnen. Von derselben können wir aber mit Bestimmtheit behaupten, dass die Vervollkommnung „keine successive in den einzelnen Theilen war, sondern in fast allen Organen des Körpers eine gleichzeitige gewesen sein muss, weil günstige Variationen blos einzelner Theile auf einmal das Ueberschreiten dieser Periode nicht ermöglicht hätten". Zu

[1]) E. F. W. Pflüger, Die teleologische Mechanik der lebendigen Natur. Bonn, 1877.

[2]) Wilh. Roux, Der Kampf der Theile im Organismus.

dieser Zeit musste also die gleichzeitige Ausbildung von tausend zweckmässigen Einzelheiten stattfinden, was die Auslese, die nur wenige Eigenschaften auf einmal züchten kann, unmöglich hätte leisten können.

Worin aber und wie weit konnte seither die Ursache für dieses Princip der zweckmässigen Selbstgestaltung erkannt und bestimmt werden? Nicht in der molecularen Structur und dem molecularen Geschehen, wie es sich nach chemisch-physikalischen Gesetzen unter den in jener gegebenen Bedingungen in bestimmter Weise nothwendig vollzieht, sondern in dem Wirken der Selection innerhalb des Organismus selbst, welche im Kampfe der Theile diese nützlichen Qualitäten züchtet. Bekanntlich besteht jeder Organismus aus einer Vielheit von Theilen, aus einer Genossenschaft von Elementen, die Metazoen und Metaphyten aus Zellen und Zellengruppen, welche während der Lebensvorgänge insofern einem Wechsel unterworfen sind, als Elemente beständig austreten und durch andere neugebildete ersetzt werden. Während des Aufbaues in der embryonalen Entwicklung, welche blos im Grossen und Ganzen durch die Vererbung normirt ist, im Einzelnen aber erst durch die Verhältnisse bestimmt wird, gehen die Elemente selbst erst aus einander hervor, die einen Zellen entstehen aus den anderen, neue aus bereits vorhandenen. Es besteht auch keine absolute Gleichheit unter den zusammenwirkenden Theilen jeder Gruppe, sondern es wiederholt sich auch hier die Erscheinung der Variabilität, aus welcher beim Wachsthum im Zusammenhange mit dem Stoffwechsel ein heftiger Kampf der Theile entspringen muss. Es werden solche Theile, welche in diesem Kampfe in Bezug auf Ernährung und Productivität im Nachtheil sind, früher zu Grunde gehen als andere, welche als die functionell am meisten in Anspruch genommenen und daher am meisten begünstigten jene überdauern.

So besteht zunächst ein Kampf zwischen den Molecülen und ein solcher zwischen den Zellen, durch welchen Qualitäten gezüchtet werden, welche die Erscheinungen der functionellen Anpassung hervorzubringen vermögen und dem Organismus im Kampfe um's Dasein nützlich sind. Es besteht aber auch ein Kampf zwischen den Geweben und ein solcher zwischen den Organen untereinander, „welcher sowohl zur möglichsten Ausnützung des Raumes als zur Ausbildung eines der physiologischen Bedeutung der Theile für das Ganze entsprechenden morphologischen Gleichgewichtes führen musste". Während somit der Kampf der Theile die innere Zweckmässigkeit der Organismen und die grösste Leistungsfähigkeit seiner functionell angepassten Organe bedingt, regulirt der Kampf der Organismen um's Dasein die Zweckmässigkeit in den Beziehungen derselben zu einander und zur Aussenwelt.

Hiemit erscheint die Wirkung der Selection auch für die aus directer Anpassung entspringende Zweckmässigkeit dargethan und zur Erklärung der Bildungsgesetze verwerthet. So wesentlich aber auch das Princip durch diesen Nachweis an Bedeutung gewonnen hat, so bleibt dasselbe doch trotzdem auf das eines *Regulators* beschränkt, durch welchen alles Nachtheilige eliminirt, das Nützliche erhalten und gesteigert wird.

Selbst die Frage, ob nun für jede Form der Zweckmässigkeit die Möglichkeit der Zurückführung auf rein mechanisches Geschehen erwiesen sei, ist zur Zeit noch keineswegs beantwortet. Wenn auch sämmtliche Correlationen, welche zwischen verschiedenen Organen bestehen, durch die Wirkung des Kampfes der Gewebe und Organe als Folgen nothwendiger mechanischer Vorgänge zurückgeführt worden wären, so blieben noch immer eine grosse Reihe merkwürdiger Erscheinungen, vor Allem die der Neubildung und Reproduction von Organen bei niederen Thieren zu erklären. Wollten wir dieselben auch im Sinne mechanisch nothwendigen Geschehens als erklärt voraussetzen, so würde doch *das grössere Problem über die innere Ursache der organischen Bildung und Entwicklung nach wie vor ungelöst erscheinen.*

Einige Forscher haben die Entstehung neuer, höher differenzirter Formen aus bereits vorhandenen tiefer stehenden Arten durch die Annahme einer sprungweise fortschreitenden Entwicklung erklären zu können geglaubt und diese Lehre an Stelle des von ihnen zurückgewiesenen Selectionsprincipes gestellt. Zur Begründung derselben sollten die erst in neuerer Zeit näher bekannt gewordenen Erscheinungen des Generationswechsels und der Heterogonie dienen. So wenig in Abrede gestellt werden kann, dass für einzelne Fälle der Heterogonie in der That die Auflösung innerhalb des mehrere Generationen umfassenden Formencomplexes zu selbstständig neben einander bestehenden Arten geführt haben kann, so würde hiemit doch nicht im Entferntesten ein Ersatz für das, was Anpassung und Selection zur Erklärung der zweckmässigen Umgestaltungen zu leisten vermögen, gewonnen sein, um so weniger, als die Erscheinungen des Generationswechsels und der Heterogonie selbst einer Erklärung bedürfen, zu welcher wir erst mit Hilfe des Principes der Summirung verschwindend kleiner Abänderungen im Laufe der Generationen in den Lehren von der Anpassung (Lamarck) und natürlichen Zuchtwahl (Darwin) gelangen. Die von A. Kölliker nach Analogie der beiden Fortpflanzungsformen angenommene Entwicklung mittelst heterogener Zeugung, welche schon vor Kenntniss des Generationswechsels von einzelnen Naturforschern und Philosophen (Schopenhauer, Zeugung ex utero heterogeneo) gelehrt wurde, schliesst vielmehr als eine „im Plane der Entwicklung“ gelegene Fortbildung, die Verzichtleistung auf Erklärung in sich ein. Treu dem Grundsatze „Natura non facit saltum“ vermögen wir den Lehren von der heterogenen Entwicklung oder plötzlichen Umprägung (Heer) gegenüber ausschliesslich im langsamen und allmäligen Umbildungsprocess eine Erklärung des Artenwechsels zu finden und als Stützen derselben das Selectionsprincip im Vereine mit dem der functionellen Anpassung zu verwerthen; wenn dasselbe auch mit Rücksicht auf das grosse Räthsel der Entwicklung, das zu lösen verbleibt, nur einer „Planke“ verglichen werden kann, „welche den sonst rettungslos Versinkenden über Wasser trägt“.

Specieller Theil.

I. Thierkreis.

Protozoa, Urthiere.

Einzellige Organismen von geringer Grösse, mit mehr oder minder complicirten Differenzirungen innerhalb des Protoplasmaleibes, und vorwiegend ungeschlechtlicher Fortpflanzung.

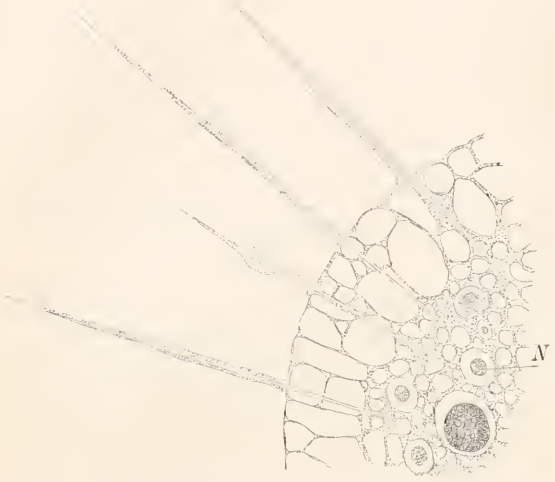
Morphologisch stehen die Protozoen auf der Stufe der Zelle, deren Protoplasmaleib ein oder in Folge von Theilungen des ursprünglich einfachen Kernes mehrere Kerne enthält. Sie durchlaufen daher weder eine Eifurchung, noch eine durch die Anlage von Keimblättern bezeichnete Embryonalentwicklung. Als Leibessubstrat treffen wir überall die contractile, körnchenreiche, mit Vacuolen erfüllte Sarcode an, deren Differenzirung aber eine ausserordentlich reiche werden und complicirte, höchst verschiedenen Functionen entsprechende Structuren zur Erscheinung bringen kann. Sehr oft finden sich im Protoplasma eine pulsirende Vacuole, das heisst ein mit heller Flüssigkeit erfüllter Raum, der sich durch Contraction des umgebenden Plasmas scheinbar zusammenzieht und verschwindet und später an derselben Stelle wieder erscheint.

Durch abweichende Differenzirungen im Innern des Sarcodeleibes, sowie durch Unterschiede in der äusseren Begrenzung und Ernährungsart ergeben sich eine Reihe von Modificationen, welche Anhaltspunkte zur Begründung der Gruppen geben. Im einfachsten Falle ist der gesammte Körper ein Sarcodeklümpchen, dessen Contractilität durch keine äussere feste Membran gebunden ist, welches bald in leichtem Flusse Fortsätze ausschickt und bereits gebildete wieder einzieht, bald bei zäherer Consistenz der Theile eine Anzahl haarförmiger Strahlen und Fäden aussendet (*Rhizopoden*). Die Ernährung erfolgt durch Umfliessen fremder Körper, welche an jeder beliebigen Stelle der Körperperipherie von der protoplasmatischen Substanz aufgenommen werden können. In zahlreichen Fällen scheidet die in zarte Scheinfüsschen (*Pseudopodien*) ausstrahlende Leibesmasse kieselige und kalkige Nadeln, Gittergehäuse oder durchlöcherte Schalen aus, welche den Leib schützen und stützen (*Foraminiferen, Radiolarien*). Bei den *Infusorien* dagegen wird der Sarcodeleib von einer äusseren Membran umgrenzt, welche durch den Besitz von schwingenden Wimpern, Haaren, Borsten etc. zu einer rascheren und mannigfaltigeren Locomotion befähigt. Die festen Nahrungskörper werden durch eine besondere Mundöffnung aufgenommen, während ihre Ueberreste nach der Verdauung durch eine Afteröffnung austreten.

I. Classe. Rhizopoda[1]), Rhizopoden.

Protozoen ohne äussere Umhüllungshaut, deren Sarcodeleib Fortsätze ausstreckt und einzieht, in der Regel mit ausgeschiedenem Kalkgehäuse oder Kieselgerüst.

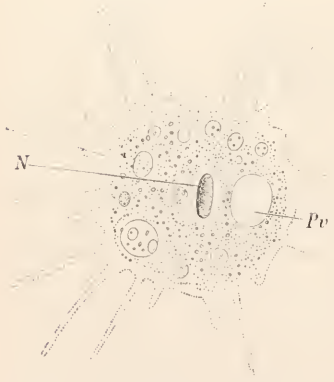
Fig. 151.



Optischer Durchschnitt durch ein Stück Sarcodeleib von *Actinosphaerium Eichhornii*, nach Hertwig und Lesser. *N* Nuclei in der Marksubstanz, von der sich die grossblasige Rindenschicht abhebt. Im Centrum der Pseudopodien sieht man den Achsenfaden.

Die Leibessubstanz dieser Thiere, deren Gehäuse schon seit langer Zeit vor Kenntniss des lebenden Inhalts als *Foraminiferen* oder *Polythalamien* beschrieben waren, ist die *Sarcode* in freier, durch keine Umgrenzungshaut gebundener Form. Dieselbe ist körnchenreich, enthält Pigmente und sendet feine fadenförmige Strahlen meist zähflüssiger Natur, *Pseudopodien*, aus, welche sowohl zur Fortbewegung, als auch zur Nahrungsaufnahme dienen. Indessen können es auch breite, gelappte oder fingerförmige Fortsätze sein, durch welche sich die Leibesmasse in rasch fliessender Strömung fortbewegt. Dann unterscheidet man einen zäheren und hellen, homogenen Saum als peripherische Grenzlage (*Ectoplasma*) und eine mit Körnchen durchsetzte flüssigere Innenmasse (*Endoplasma*). Die erstere erhebt sich bei der Bewegung zuerst in Fortsätze, in welche die Körnchen der letzteren mehr oder minder rasch einströmen. An den zäheren Pseudopodien werden hingegen langsame, aber regelmässige Körnchenströmungen als Wanderungen von der Basis nach der Spitze und umgekehrt beobachtet, Bewegungen, deren Ursache in der Contractilität der umgebenden Sarcodetheilchen zu suchen ist. (Fig. 151.) Die Pseudopodien zeigen

Fig. 152.

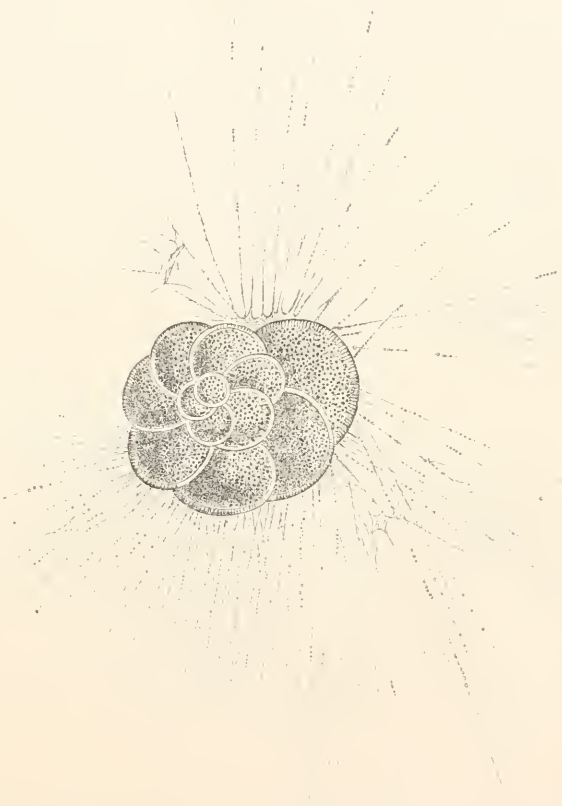


Amoeba (*Dactylosphaera*) *polypodia*, nach Fr. E. Schulze. *N* Nucleus, *Pv* pulsirende Vacuole.

[1]) Dujardin, Observations sur les Rhizopodes. Comptes rendus, 1835. Ehrenberg, Ueber noch jetzt zahlreich lebende Thierarten der Kreidebildung und den Organismus der Polythalamien. Abhandl. der Akad. zu Berlin 1839. Max Sigm. Schultze, Ueber den Organismus der Polythalamien. Leipzig, 1854. Joh. Müller, Ueber die Thalassicollen, Polycystinen und Acanthometren, 1858. E. Haeckel, Die Radiolarien. Eine Monographie. Berlin, 1862. O. Bütschli, Protozoen, neu bearbeitet in Bronn's Classen und Ordnungen 1880—1889.

entweder eine Neigung zur Anastomosenbildung (Myxopodien) oder bleiben verhältnissmässig starr, fliessen nicht zu Netzen zusammen und werden dann oft von einem festern Axenfaden gestützt, der sich in das Innere des Sarcodeleibes fortsetzt (Axopodien). Bei den marinen Rhizopoden mit Myxopodien bleibt die Plasmamasse des Weichkörpers gleichmässig, und es besteht keine scharfe Grenze zwischen einem hyalinen Ectoplasma und körnigen Endoplasma. Nicht selten findet sich in der Sarcode ein pulsirender Raum, *contractile Vacuole*, z. B. *Amoeba* (Fig. 152), *Difflugia*, *Actinophrys*, *Arcella*. Auch treten in der Sarcode ein oder mehrere Kerne auf, durch welche der morphologische Werth des Rhizopodenleibes als Zelle oder als Zellcomplex über allem Zweifel steht. Allerdings gibt es auch Formen, in deren Protoplasma es nicht gelang, Spuren eines Zellkernes aufzufinden. In denselben hat sich entweder das Kernplasma noch nicht als einheitliches Gebilde gesondert (E. Haeckel's Moneren wie *Protamoeba*, *Myxodyction*), oder es handelt sich nur um vorübergehende kernlose Entwicklungszustände.

Fig. 153.

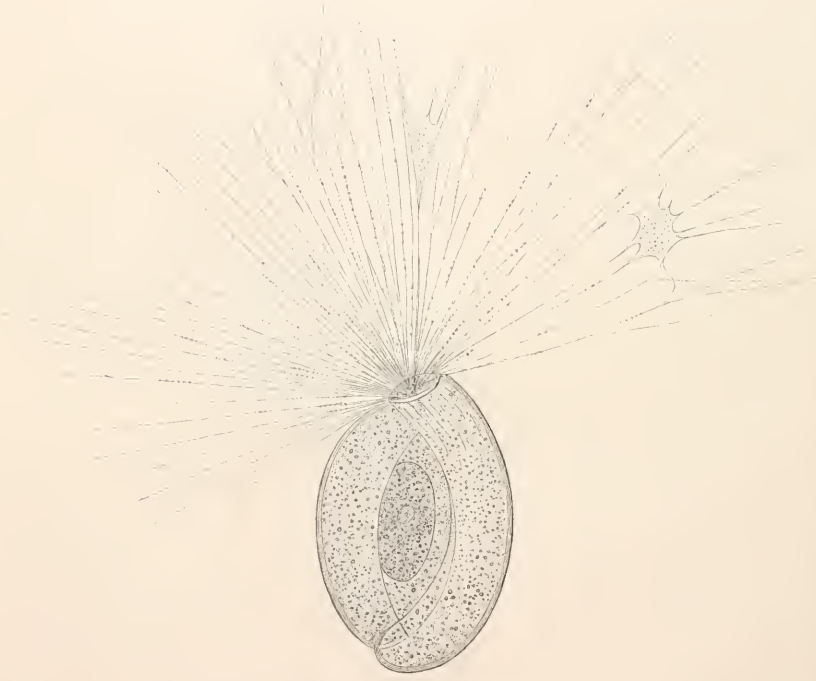


Rotalia veneta, nach M. Schultze, mit einer im Pseudopodiennetz aufgenommenen Diatomacee.

Meistens scheidet die Substanz Skelete ab, entweder Kieselgebilde als feine Nadeln und hohle Stacheln, welche vom Centrum aus in gesetzmässiger Zahl und Anordnung nach der Peripherie gerichtet sind, oder gegitterte, oft Spitzen und Stacheln tragende Behälter (*Radiolarien*), oder Kalkskelete in Form einfacher und gekammerter Schalen mit fein durchlöcherter Wandung (*Foraminiferen*) und einer grösseren Oeffnung. Durch diese, sowie durch die zahlreichen Poren der kleinen Gehäuse treten die zarten Fäden der Sarcode

als Pseudopodien nach aussen hervor; in Form, Grösse und Zahl ununterbrochen wechselnd, fliessen sie oft zu zarten Netzen zusammen. (Fig. 153 und 154.) Durch langsam kriechende Bewegungen auf festen Gegenständen vermitteln die *Pseudopodien* die Locomotion, während sie andererseits dadurch, dass sie kleine pflanzliche Organismen, wie *Bacillarien*, umfliessen und in sich einschliessen, zur Nahrungsaufnahme dienen. Bei den Gehäuse tragenden Formen geschieht die Aufnahme und Verdauung der Nahrungsstoffe ausserhalb der Schale in den peripherischen Fäden und Sarcodenetzen, indem jede Stelle der Oberfläche vorübergehend als Mund und ebenso wiederum durch den Austritt der verdauten Ueberreste als After fungiren kann.

Fig. 154.



Miliola tenera mit Pseudopodiennetzen, nach M. Schultze.

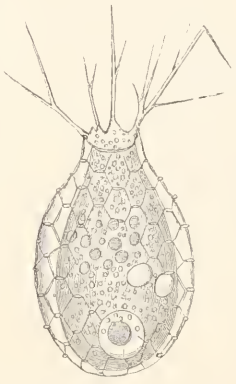
Die Rhizopoden leben grösstentheils im Meere und tragen durch die Anhäufung ihrer Gehäuse zur Bildung des Meeressandes und zur Ablagerung selbst mächtiger Schichten bei, wie auch eine Unzahl fossiler Formen aus verschiedenen Formationen bekannt sind. Die in den sehr alten Gesteinen der laurentischen Formation Canada's entdeckten und als *Eozoon canadense* beschriebenen Gebilde, welche von mehreren Forschern für fossile Foraminiferen gehalten worden sind, dürften jedoch mit Organismen nichts zu thun haben, und auf anorganische Differenzirungen zurückzuführen sein.

1. Ordnung [1]). Amoebina (Lobosa).

Amoebenartige Rhizopoden des süssen Wassers, meist mit pulsirender Vacuole, bald nackt, bald mit einfacher Schale.

Der Sarcodeleib zeigt meist einen zäheren homogenen Grenzsaum, der scharf von dem flüssigeren, körnchenreichen Plasma abhebt, in welchem der Kern liegt. Die Pseudopodien sind vorwiegend gelappte oder fingerförmige Fortsätze (Fig. 156), seltener zähere feinere Ausstrahlungen (Fig. 155). Häufig ist eine chitinöse oder kieselige, fein sculpturirte Schale vorhanden. Sowohl Theilungs- als Verschmelzungs- und Conjugationsvorgänge sind an nackten und Gehäuse tragenden Formen beobachtet worden. Der Theilung, welche bei *Amoeba polypodia* durch alle Phasen verfolgt werden konnte, geht die Einschnürung des Kernes voraus. Derselbe wird hantelförmig und schnürt sich in zwei Kerne ab, dann folgt die Theilung des Plasmaleibes in zwei je einen Kern einschliessende Theilstücke. Bei Gehäuse tragenden Formen tritt, nach vorausgegangener Neubildung von kleinen urglasförmigen Schalenplättchen im Innern des Thieres, das Plasma in Form einer von jenen bedeckten Knospe aus der Mündung hervor (*Euglypha*), bis die ausserhalb derselben befindliche Plasmamasse von einer Schale umgeben, Volum und Gestalt des Mutterthieres erlangt hat. Inzwischen ist auch die Kerntheilung erfolgt und ein Tochterkern in das neugebildete Thier eingetreten, welches sich schliesslich vom Mutterthiere trennt. Auch Verschmelzungs- und Conjugationsvorgänge, welche auf eine Art geschlechtlicher Fortpflanzung hinweisen, sind bei *Euglypha* und *Arcella* beobachtet worden.

Fig. 155.



Euglypha globosa, nach Hertwig und Lesser.

Fig. 156.

Difflugia oblonga, nach Stein. *p* Pseudopodien, *n* Nucleus.

Amoeba princeps Ehrbg. *A. polypodia* M. Sch. *A. terricola* Greeff. *Petalopus difflugiens* Clap. Lachm.

Hier würde sich auch der vielbesprochene *Bathybius* Huxl. aus dem Tiefseeschlamme des atlantischen Oceans anschliessen, wenn derselbe wirklich ein lebender Organismus (und nicht Gypsniederschlag) wäre.

Arcella vulgaris Ehrbg. mit hexagonal sculpturirter napfförmiger Schale. *Euglypha alveolata* Duj. *E. globosa* Cart. mit zähen, spitzen, dichotomisch verästelten Pseudopodien. (Fig. 155.) *Difflugia proteiformis* Ehrbg. mit flaschenförmiger, aus Sandpartikelchen gebildeter Schale. (Fig. 156.)

---

[1]) Ausser den Arbeiten von Dujardin, M. Schultze, Fr. E. Schulze, Hertwig, Lesser, Greeff u. A. vergl. A. Gruber, Der Theilungsvorgang bei Euglypha alveolata, die Theilung der monothalamen Rhizopoden, Untersuchungen über einige Protozoen, über

2. Ordnung. **Rhizopoda** s. str. = **Foraminifera**[1].

Theils nackte, theils Schalen tragende Rhizopoden, deren Schalen fast durchgehends aus Kalk bestehen und häufig von feinen Poren zum Austritt der Pseudopodien durchbrochen sind.

Nur in seltenen Fällen hat die Substanz des Gehäuses eine kieselige Natur, bei allen anderen Formen ist dieselbe häutig und zuweilen unter Zuhilfenahme von Sandtheilchen aufgebaut, oder besteht aus einer an organische Stoffe gebundenen Kalkablagerung. Die Schale ist entweder eine einfache (*Monothalamien*), gewöhnlich mit einer grossen Oeffnung versehene Kammer, oder vielkammerig (*Polythalamien*), d. h. aus zahlreichen, nach bestimmten Gesetzen aneinandergereihten Kammern zusammengesetzt, deren Räume durch feinere Gänge und grössere Oeffnungen oder Scheidewände untereinander communiciren. Auf diese Weise stehen die von den einzelnen Kammern umschlossenen Theile des lebendigen Sarcodeleibes durch Ausläufer und Brücken, welche durch die Gänge und Oeffnungen der Septa hindurchtreten, in unmittelbarem Zusammenhange. Die Wand der Kalkschale ist entweder undurchbohrt (*Imperforata*), oder von zahlreichen Poren durchsetzt (*Perforata*). Die Beschaffenheit der Leibessubstanz mit ihren zu Netzen zusammenfliessenden Myxopodien, die Art der Bewegung und Ernährung schliesst sich eng an die als charakteristisch für die Ordnung geschilderten Verhältnisse an. Meist sind zahlreiche, aus dem ursprünglich einfachen Kerne durch Theilung entstandene Kerne vorhanden, welche aus den älteren in die jüngeren Kammern überzutreten scheinen. Die Structur des Plasmas, an welchem keine Sonderung in Ecto- und Endoplasma nachweisbar, ist eine fein netzförmige oder besser wabige, an manchen Stellen fibrilläre. Auch können Algenzellen, Zooxanthellen, eingelagert sein (*Globigerina*, *Peneroplis*). Pulsirende Vacuolen scheinen durch Vacuolen vertreten zu sein, welche in allmäliger Veränderung begriffen, ihre Gestalt wechseln und mit einander verschmelzen.

Eine Fortpflanzung wurde bei *Miliola* und *Rotalia* beobachtet. Die erstere Form erzeugt aus dem Inhalt ihres Protoplasmaleibes einkammerige, die letztere dreikammerige Junge. Wahrscheinlich geht hier der Fortpflanzung eine Kernvermehrung voraus, und es zerfällt nach der Zahl der

---

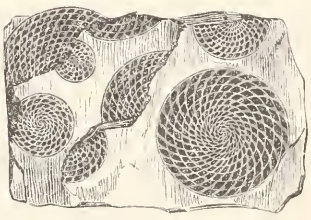
Kerntheilungsvorgänge bei einigen Protozoen. Zeitschr. für wissensch. Zoolog., Tom. XXXV bis XXXVIII. F. Blochmann, Zur Kenntniss der Fortpflanzung von Euglypha alveolata. Morph. Jahrb., Tom. XIII, 1887. W. Schewiakoff, Ueber die karyokinetische Kerntheilung der Euglypha alveolata. Ebend., Tom. XIII, 1887.

[1]) Ausser D'Orbigny, Max Schultze, l. c., vergl. W. C. Williamson, On the recent Foraminifera of Great Britain. London, 1858. Carpenter, Introduction to the Study of the Foraminifera. London, 1862. Reuss, Entwurf einer systematischen Zusammenstellung der Foraminiferen. Wien, 1861. O. Bütschli, Kleine Beiträge zur Kenntniss einiger marinen Rhizopoden. Morphol. Jahrbuch, Tom. XI. 1885.

Kerne der Mutterkörper in Theilstücke, die zu jungen einkernigen Foraminiferen werden.

Trotz der geringen Grösse beanspruchen die Schalen unserer einfachen Organismen eine nicht geringe Bedeutung, indem sie einestheils im Meeressande in ungeheuerer Menge angehäuft liegen (M. Schulze berechnete ihre Zahl für die Unze Meeressand vom Molo di Gaëta auf etwa $1\frac{1}{2}$ Millionen), anderentheils als Fossile in verschiedenen Formationen, namentlich in der Kreide und in Tertiärbildungen gefunden werden und ein wesentliches Material zu dem Aufbau der Gesteine geliefert haben. Kieselige Steinkerne von Polythalamien finden sich schon im Silur. Die auffallendsten, durch ihre bedeutende Grösse hervorragenden Formen sind die *Nummuliten* (Fig. 157) in der mächtigen Formation des sogenannten Nummulitenkalkes (Pyrenäen). Ein Grobkalk des Pariser Beckens, welcher als vortrefflicher Baustein benutzt wird, enthält die *Triloculina trigonula* (Miliolitenkalk).

Fig. 157.



Nummulitenkalkstein mit Horizontaldurchschnitten von *N. distans*, nach Zittel.

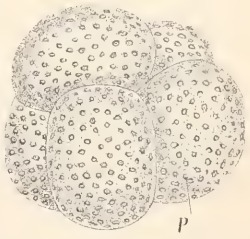
Die meisten Foraminiferen bewegen sich kriechend auf dem Meeresgrunde. Indessen werden Globigerinen und Orbulinen wohl auch flottirend angetroffen. Auch in sehr bedeutenden Tiefen ist der Meeresboden von einer reichen Formenfülle, besonders *Globigerinen*, bedeckt, deren Schalenreste zu fortdauernden Ablagerungen Anlass geben.

1. Unterordnung. Imperforata.

Mit häutiger oder kalkiger Schale, welche der feinen Poren entbehrt, dagegen an einer Stelle eine einfache oder siebförmige Oeffnung besitzt, aus welcher die Pseudopodien hervortreten.

Hieher gehören die Familien der *Gromiden* mit häutiger, chitiniger Schale: *Gromia oviformis* Duj. und *Milioliden*, Schale porzellanartig; *Cornuspira planorbis* M. Sch., *Miliola cyclostoma* M. Sch., *M. tenera* M. Sch. (Fig. 154).

Fig. 158.



Skelet von *Acervulina globosa*, nach M. Schultze. *p* Poren.

2. Unterordnung. Perforata.

Die meist kalkige Schale wird ausser von einer grösseren Oeffnung stets von zahlreichen, meist feinen Poren durchbrochen und enthält häufig in den Scheidewänden ihrer Kammern complicirte Gänge.

Fam. *Lagenidae*. Gehäuse flaschenförmig, mit einer grösseren, von gezähneltem Lippenrande umgebenen Oeffnung: *Lagena vulgaris* Williamson.

Fam. *Globigerinidae*. Die hyaline, von grossen Poren durchsetzte Schale mit einfacher schlitzförmiger Oeffnung: *Orbulina universa* D'Orb., *Acervulina* M. Sch. (Fig. 158), *Globigerina bulloides* D'Orb., *Rotalia* D'Orb. (Fig. 153), *Textularia* D'Orb.

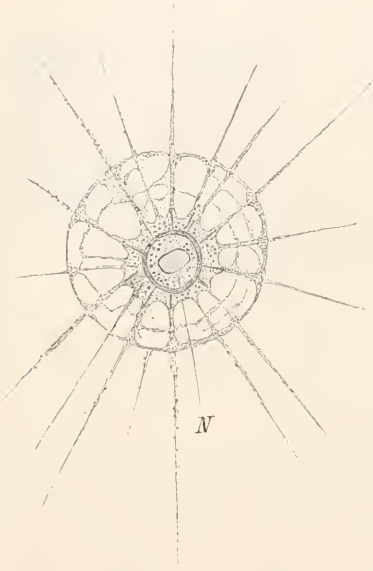
Die bedeutendste Grösse erreichen die *Nummulinidae* mit fester Schale und Zwischenskelet, welches von einem complicirten Canalsystem durchsetzt wird: *Polystomella* Lam., *Nummulina* D'Orb.

3. Ordnung. **Heliozoa** [1]), **Sonnenthierchen.**

Rhizopoden des süssen Wassers, meist mit pulsirender Vacuole, mit feinstrahligen Pseudopodien (Axopodien), einem oder mehreren Kernen, zuweilen mit radiärem Kieselskelet.

Der meist in Entosark und Ectosark geschiedene Sarcodeleib entsendet nach allen Richtungen zähe, strahlenförmige Pseudopodien. Dieselben werden durch einen festeren, bis in den centralen Sarcodeleib hineinreichenden Axenfaden gestützt und sind mehr oder minder starr, nicht zu Netzbildungen befähigt (*Axopodien*). Die Skeletausscheidungen, wenn solche auftreten, bestehen aus radiär angeordneten Kieselstacheln (*Acanthocystis*) oder aus einem gegitterten Kieselgehäuse (*Clathrulina*) und schliessen so unmittelbar an die Skeletbildungen der Radiolarien an, dass man die Heliozoen geradezu als *Süsswasserradiolarien* bezeichnet hat. Indessen fehlt die als Centralkapsel bekannte Hüllbildung. Kerne können ein oder mehrere in der Centralmasse auftreten. (Fig. 159.) Ein wichtiger Unterschied beruht auf dem Vorkommen pulsirender Vacuolen, welche bei keinem marinen Radiolar beobachtet worden sind.

Fig. 159.



Junges, noch einkerniges *Actinosphaerium*, nach Fr. E. Schulze. *N* Nucleus.

Die Fortpflanzung erfolgt häufig durch Theilung, zuweilen nach vorausgegangener Verschmelzung von zwei oder mehreren Individuen, oder auch unter Cystenbildung. Auch eine Vermehrung durch Schwärmer wurde nachgewiesen (*Clathrulina*).

Fam. *Actinophryidae*. Kieselausscheidungen fehlen. *Actinosphaerium Eichhornii* Ehrbg. Die Centralsubstanz umschliesst zahlreiche Kerne. *Actinophrys sol* Ehrbg. von geringerer Grösse, mit einem centralen Kern.

Fam. *Acanthocystiden* mit Kieselstacheln und Nadeln. *Acanthocystis spinifera* Greeff.

Fam. *Clathrulinidae*. Mit gegitterter Kieselschale. Leib gestielt. *Clathrulina elegans* Cienk.

---

[1]) L. Cienkowski, Ueber Clathrulina. Archiv für mikrosk. Anatomie, Tom. III, 1867. R. Greeff, Ueber Radiolarien und radiolarienähnliche Rhizopoden des süssen Wassers. Ebendaselbst Tom. V u. XI. R. Hertwig und Lesser, Ueber Rhizopoden und denselben nahestehende Organismen. Ebendaselbst Suppl. Tom. X, 1874. Ferner Archer und Fr. E. Schulze etc.

4. Ordnung. **Radiolaria** [1]), **Radiolarien.**

Marine Rhizopoden mit Centralkapsel und radiärem Kieselskelet, ohne pulsirende Vacuole.

Die Sarcodemasse (*Mutterboden*) enthält eine häutige, von Poren durchsetzte Kapsel (*Centralkapsel*), in welcher ein zähes Protoplasma mit Bläschen und Körnchen (*intracapsuläre Sarcode*), ferner Fetttropfen und Oelkugeln, Eiweisskörper, seltener Krystalle und Concretionen, zuweilen auch noch eine zweite innerste, dünnwandige Blase (*Binnenblase*) eingebettet liegen. Diese repräsentirt den Kern, welcher jedoch auch durch zahlreiche kleine homogene Kerne vertreten sein kann. In der die Kapsel umgebenden Sarcode, welche nach allen Seiten in einfache oder verzweigte und anastomosirende Pseudopodien mit Körnchenbewegung ausstrahlt, finden sich gewöhnlich zahlreiche gelbe Zellen (symbiotisch lebende Zooxanthellen), zuweilen auch Pigmenthaufen und in einzelnen Fällen wasserhelle dünne Blasen, *Alveolen*, letztere meist als peripherische Zone zwischen den ausstrahlenden Pseudopodien eingelagert (*Thalassicolla pelagica*). (Fig. 160.)

Fig. 160.

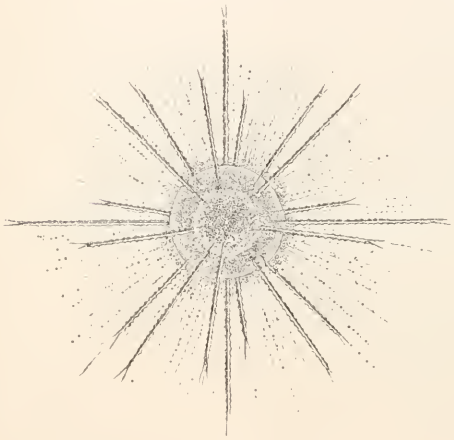
Thalassicolla pelagica mit Centralkapsel und Binnenblase, sowie mit zahlreichen Alveolen im Mutterboden des Protoplasmaleibes, nach E. Haeckel.

[1]) Joh. Müller, Ueber die Thalassicollen, Polycystinen und Acanthometren. Abhandl. der Berl. Akad. 1858. E. Haeckel, Die Radiolarien. Eine Monographie. Berlin, 1862. O. Bütschli, Beitrag zur Kenntniss der Radiolarienskelete, insbesondere der Cyrtida. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XXXVI, 1881. E. Haeckel, Report on the Radiolaria collected by H. M. S. Challenger. London, 1887. R. Hertwig, Der Organismus der Radiolarien. Jena, 1879. K. Brandt, Die Kolonie bildenden Radiolarien des Golfes von Neapel. Berlin, 1885.

Intracapsuläre und extracapsuläre Sarcode, welche letztere blos einen Theil der intracapsulären Sarcode vorstellt, stehen durch Oeffnungen der Centralkapselwand mit einander in Verbindung. Die Centralkapsel ist entweder von sehr zahlreichen und feinen Poren im ganzen Umkreis durchsetzt (*Peripylaria*), oder es sind die Poren auf ein begrenztes Feld beschränkt (*Monopylaria*), oder endlich es bestehen nur wenige (meist drei) grössere Oeffnungen in der Centralkapselwand (*Tripylaria*). Pulsirende Vacuolen fehlen.

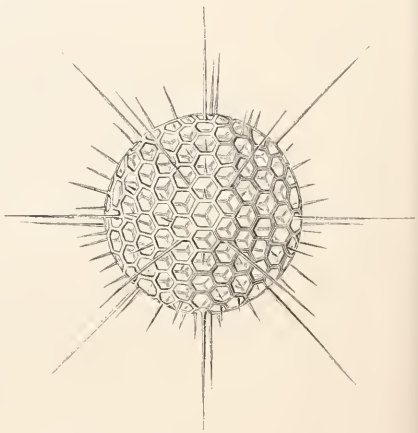
Viele Radiolarien sind colonienbildend und aus zahlreichen Einzelkörpern zusammengesetzt. Bei diesen herrschen die Alveolen in dem gemeinsamen Mutterboden vor, welcher nicht wie bei den monozoischen Radiolarien eine einfache Centralkapsel, sondern zahlreiche Kapseln (*Nester*) in sich birgt. Nur wenige Arten bleiben nackt und ohne feste Einlagerungen, in der Regel steht

Fig. 161.



Acanthometra Müllerі, nach E. Haeckel.

Fig. 162.



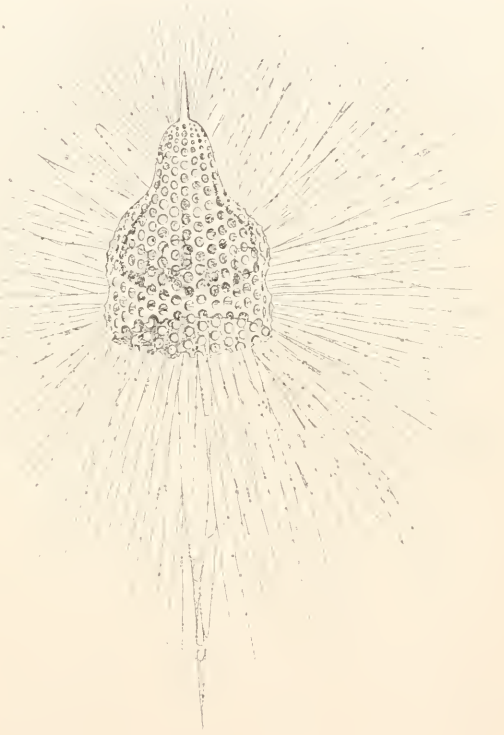
Skelet von *Heliosphaera echinoides*, nach E. Haeckel.

der Weichkörper mit einem aus soliden oder hohlen Kieselnadeln oder einem aus einer organischen Substanz, dem Acanthin (*Acanthometridae*), aufgebauten Skelet in Verbindung, welches entweder ganz ausserhalb der Centralkapsel liegt (*Ectolithia*), oder wie bei den aus Acanthin bestehenden Stäben in das Innere derselben hineinragt (*Entolithia*). (Fig. 161.) Im einfachsten Falle besteht das Skelet aus kleinen vereinzelten, einfachen oder gezackten Kieselnadeln (*spicula*), die zuweilen um die Peripherie des Mutterbodens ein feines Schwammwerk zusammensetzen, z. B. *Physematium;* auf einer höheren Stufe treten stärkere hohle Kieselstacheln auf, welche, radiär gestellt, in gesetzmässiger Zahl und Anordnung nach der Peripherie ausstrahlen; zu diesen kann sich ein feines peripherisches Nadelgerüst hinzugesellen; in anderen Fällen finden sich einfache oder zusammengesetzte Gitternetze und durchbrochene Gehäuse von äusserst mannigfacher Gestalt (von Helmen, Vogelbauern, Schalen etc.), auf deren Peripherie sich Spitzen und Nadeln, oft wieder durch concentrische Schalen ähnlicher Form verbunden, erheben können, z. B. *Polycystinen.* (Fig. 162 und 163.)

Ueber die Fortpflanzung ist bislang nur Weniges bekannt. Ausser der Theilung (*Polycyttarien*) wurde die Bildung von Keimen beobachtet, welche aus dem Inhalt der Centralkapsel hervorgehen und nach Platzen derselben als Schwärmer frei werden.

Diese mit Geisseln ausgestatteten Schwärmzellen (Schwärmsporen) bilden sich unter Betheiligung von Theilproducten des Kernes, und entwickeln sich im Freien zu einem Radiolar. Bei den *Polycyttarien* sind auch noch Mikrosporen und Makrosporen nachgewiesen worden, welche wahrscheinlich eine Art Conjugation eingehen. Durch fortgesetzte unvollkommene Theilung des jungen Radiolars entsteht dann die Colonie.

Fig. 163.



Eucyrtidium cranoides, nach E. Haeckel.

Die Radiolarien sind Meeresbewohner und flottiren an der Oberfläche, vermögen aber auch in tiefere Schichten zu sinken.

Auch fossile Radiolarienreste sind durch Ehrenberg in grosser Zahl bekannt geworden, z. B. aus dem Kreidemergel und Polirschiefer von einzelnen Küstenpunkten des Mittelmeeres (Caltanisetta, in Sicilien, Zante und Aegina in Griechenland), besonders aus Gesteinen von Barbados und den Nikobaren, wo die Radiolarien weit ausgedehnte Felsbildungen veranlasst haben. Ebenso haben sich Proben von Meeressand aus sehr bedeutenden Tiefen reich an Radiolariengehäusen erwiesen.

Die folgende systematische Eintheilung kann nur als eine provisorische betrachtet werden.

I. *Radiolaria monozoa*. Radiolarien, welche Einzelthiere bleiben:

1. Fam. *Thalassicollae*. Das Skelet fehlt oder besteht aus einzelnen zusammenhangslosen Spicula. *Thalassicolla* (ohne Skelet) *nucleata* Huxl., *Th. pelagica* E. Haeck. (Fig. 160), *Physematium Müllerі* Schn., *Aulacantha scolymantha* E. Haeck.

2. Fam. *Polycystinae*. Das Skelet besteht aus einer einfachen oder abgetheilten Gitterschale mit verschiedenartig gestalteten Polen der Längsachse. *Heliosphaera*, *Eucyrtidium galea* E. Haeck., *E. cranoides* E. Haeck. (Fig. 163.)

3. Fam. *Acanthometrae.* Das Skelet besteht aus radialen, gesetzmässig angeordneten Acanthinstacheln, welche die Centralkapsel durchbohren und in deren Centrum sich vereinigen. *Acanthometra pellucida* Joh. Müll., *A. Mülleri* E. Haeck. (Fig. 161.)

II. *Polycyttaria.* Zusammengesetzte Radiolarien mit mehreren Centralkapseln (Nestern). Bei den Sphaerozoen fehlt das Skelet oder besteht aus einzelnen zusammenhangslosen Stücken. *Collozoum inerme* E. Haeck., *Sphaerozoum punctatum* Joh. Müll. Bei den Collosphären besteht das Skelet aus einfachen Gitterkugeln, von denen jede eine Centralkapsel umschliesst. *Collosphaera Huxleyi* Joh. Müll.

II. Classe. Infusoria[1]), Infusorien.

Protozoen von bestimmter Form, mit Geisseln besetzt oder von Cilien bekleidet, mit Mundöffnung, pulsirender Vacuole und einem oder mehreren Kernen.

Die Infusorien wurden gegen Ende des 17. Jahrhunderts von A. von Leeuwenhoek, welcher sich zur Untersuchung kleiner Organismen des Vergrösserungsglases bediente, in einem Gefässe mit stehendem Wasser entdeckt. Der Name Infusionsthierchen kam jedoch erst im Laufe des vorigen Jahrhunderts durch Ledermüller und Wrisberg in Gebrauch, ursprünglich zur Bezeichnung aller kleinen, nur mit Hilfe des Mikroskops erkennbaren Thierchen, welche in Aufgüssen (Infusionen) auftreten. Später machte sich um die Kenntniss der Infusorien der dänische Naturforscher O. Fr. Müller verdient, welcher sowohl die Conjugation derselben, als ihre Fortpflanzung durch Theilung und Sprossung beobachtete und die erste systematische Bearbeitung gab. Freilich fasste auch O. Fr. Müller ein viel grösseres Gebiet von Formen zusammen als wir heutzutage, indem er alle rückenmarklosen, der gegliederten Bewegungsorgane entbehrenden Wasserthierchen von mikroskopischer Grösse zu den Infusorien stellte.

Mit Ehrenberg's umfassenden Untersuchungen beginnt für die Kenntniss der Infusorien ein neuer Abschnitt. Das Hauptwerk dieses Forschers: „*Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen*" deckte einen kaum geahnten Reichthum von Organismen auf, welche unter sehr starker Vergrösserung beobachtet und abgebildet waren. Noch jetzt ist eine nicht geringe Zahl der Ehrenberg'schen Abbildungen mustergiltig und kaum von anderen späteren Darstellungen übertroffen, allein die Deutung der beobachteten Verhältnisse hat durch die neueren Untersuchungen wesentliche Berichtigungen erfahren. Auch Ehrenberg fasste das Gebiet in zu grosser Ausdehnung, indem er nicht nur die niedersten Pflanzen, wie *Diatomaceen*, *Desmidiaceen* als *Polygastrica anentera* heranzog, sondern auch die viel complicirter organisirten

[1]) Ehrenberg, Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen, 1838. Balbiani, Études sur la reproduction des Protozoaires. Journ. de la Phys., Tom. III. Derselbe, Recherches sur les phénomènes sexuels des Infusoires. Ebendaselbst, Tom. IV. Claparède und Lachmann, Études sur les Infusoires et les Rhizopodes. 2 vol. Genève, 1858—1861. E. Haeckel, Zur Morphologie der Infusorien. Jen. Zeitschr., Tom. VII, 1873. O. Bütschli, Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle, die Zelltheilung und die Conjugation der Infusorien. Frankfurt, 1876. Fr. Stein, Der Organismus der Infusionsthiere. 3 Theile. Leipzig, 1859—1883. W. Schewiakoff, Beiträge zur Kenntniss der holotrichen Ciliaten. Bibliotheca zoologica. Heft 5, 1889.

Rotiferen aufnahm. Indem er die Organisation dieser letzteren zur Basis seiner Deutungen wählte, wurde er bei dem Principe, überall eine gleich vollendete Organisation nachzuweisen, durch unglückliche Analogien zu zahlreichen Irrthümern verleitet. Ehrenberg schrieb den Infusorien Mund und After, Magen und Darm, Hoden und Ovarien, Nieren, Sinnesorgane und ein Gefässsystem zu, ohne für die Natur dieser Organe zuverlässige Beweise geben zu können. Gar bald machte sich denn auch ein Rückschlag in der Auffassung des Infusorienbaues geltend, indem sowohl der Entdecker des Rhizopodenleibes, Dujardin, als v. Siebold und Kölliker, letztere mit Rücksicht auf den sogenannten *Nucleus* und *Nucleolus*, den Körper der Infusorien auf die einfache Zelle zurückführten. Durch die nun folgenden Arbeiten von Stein, Claparède, Lachmann und Balbiani sind allerdings zahlreiche Differenzirungen nachgewiesen worden, welche sich jedoch sämmtlich auf Sonderungen innerhalb des Zellenleibes zurückführen lassen. Dazu kommt die durch O. Bütschli erwiesene Uebereinstimmung in den Theilungsvorgängen mit jenen der Zelle.

Die äussere Körperumgrenzung stellt meist eine glashelle zarte Membran dar, deren Oberfläche mit schwingenden und beweglichen Anhängen mancherlei Art in regelmässiger Anordnung bekleidet wird. Bei den einfacheren Infusorien, den *Flagellaten*, finden sich nur eine oder zwei schwingende Geisseln vor, bei den höher differenzirten *Ciliaten* meist ein reicher Cilienbesatz. Je nach der verschiedenen Stärke der äusseren Hülle, die übrigens zuweilen überhaupt nicht als gesonderte Membran nachweisbar ist, sowie nach dem verschiedenen Verhalten des peripherischen Parenchyms erhalten wir *metabolische*, *formbeständige* und *gepanzerte* Formen. Seltener scheidet die äussere Körperoberfläche eine zarte, als Gehäuse abgehobene Cuticularbildung aus.

Wenn man die einfacher organisirten, Geisseln tragenden Flagellaten, welche zahlreiche Beziehungen und Uebergangsformen zu Algen und Pilzen bieten, nicht aus dem Bereiche der Infusorien entfernen will, so wird man die letzteren in die beiden Hauptgruppen der *Ciliaten* und *Flagellaten* eintheilen können.

I. Unterclasse. **Flagellata**[1]**, Geisselträger.**

Infusorien von geringer Grösse mit einer oder mehreren meist mundständigen Geisseln, mit einfachem Nucleus.

Die Flagellaten sind Infusorien, deren Bewegungsorgane von einer oder mehreren peitschenförmigen Wimpern gebildet werden. Dieselben haben grossentheils einen Ruhezustand und schliessen sich sowohl ihrer Entwicklung nach, als in ihrer Ernährungsweise gewissen Pilzen und Algen an.

Was Anlass gibt, die Flagellaten für Protozoen zu erklären, ist die vollkommene Contractilität des Körpers, in der sie freilich die Schwärmzustände

[1]) Ausser Ehrenberg, Claparède und Lachmann, l. c., vergl. Stein, Organismus der Infusionsthiere, Tom. III, 1878—1883. O. Bütschli, l. c., ferner Beiträge zur Kenntniss der Flagellaten. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XXX. Dallinger and Drysdale, Researches on the life history of the Monads. Monthly microsc. Journ., Tom. X—XIII. S. Kent, A. Manual of Infusoria. London, 1880—1882.

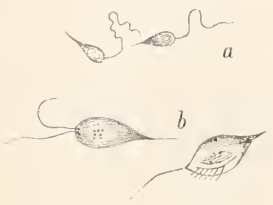
der Myxomyceten nicht übertreffen, sodann die Contractilität der Geisseln, die scheinbar zweckmässige und willkürliche Bewegung, das Vorkommen *contractiler Vacuolen* und, wie für zahlreiche Fälle constatirt ist, *die Aufnahme körperlicher Elemente durch eine am Grunde der Geissel gelegene Oeffnung* in das Innere des Körpers. Indessen dürfte auch diese Erscheinung keineswegs ein Kriterium thierischer Natur sein.

Man kann die Flagellaten in *Euflagellaten*,[2] *Choanoflagellaten*,[3] *Dinoflagellaten* und *Cystoflagellaten* eintheilen.

I. Ordnung. *Euflagellata*. Unter denselben unterscheidet man:

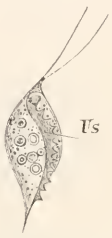
1. Die *Monadinen*, vorwiegend mehr oder minder amoeboide Fäulnissinfusorien, welche von den häufig als Pilze betrachteten Monaden schwer abzugrenzen sind. Sie pflanzen sich durch Quertheilung fort, sodann durch Keimbildung im Zustand der Encystirung, welcher bei manchen Formen eine Conjugation vorauszugehen scheint. Viele haben einen pseudopodienbildenden Zustand (*Ciliophrys infusionum* Cnk., *Mastigamoeba aspera* Sch.). Die bekanntesten Gattungen sind *Cercomonas* Duj. und *Trichomonas* Donné, von denen die erstere durch den Besitz eines Schwanzfadens charakterisirt wird, während *Trichomonas* neben der oft zweifachen Geissel einen undulirenden Flimmersaum trägt. (Fig. 164 und 165.) Sie leben vorwiegend im Darm von Wirbelthieren, aber auch von Wirbellosen. Im Menschen sind gefunden: *Cercomonas intestinalis* Lambl und *Trichomonas vaginalis* Donné.

Fig. 164.



a Cercomonas intestinalis, b Trichomonas raginalis, nach R. Leuckart.

Fig. 165.



Trichomonas Batrachorum, nach Stein. *Us* undulirender Saum.

Die von den *Monadinen* nicht scharf zu scheidenden *Monaden*[1]) sens. str. sind einfache chlorophyllfreie Zellen, deren Schwärmsporen meistens in Amoebenzustand übergehen und dann, nach aufgenommener Nahrung, in einen durch den Besitz einer derben Zellmembran charakterisirten Ruhezustand eintreten. Eine Anzahl derselben (*Monas*, *Pseudospora*, *Colpodella*), die sogenannten *Zoosporeen*, sind bewimperte Schwärmer ganz vom Aussehen der Myxomycetenschwärmer, welche mit Ausnahme von *Colpodella* zu kriechenden, spitze Pseudopodien treibenden Amoeben auswachsen. Man könnte dieselben auch schlechthin als kleine Plasmodien betrachten, zumal da bei *Monas amyli* mehrere Schwärmer zur Bildung der Amoeben zusammenfliessen. Dann nehmen sie — bei *Colpodella* ohne zuvor in Amoebenzustand einzutreten — Kugelform an, während ihre Oberfläche eine Membran bildet, und zerfallen innerhalb der Cyste durch Theilung des Protoplasmas in eine Anzahl von Segmenten, welche ausschlüpfen und als

[1]) L. Cienkowski, Beiträge zur Kenntniss der Monaden. Archiv für mikrosk. Anatomie, Tom. I, 1865. Derselbe, Ueber Palmellaceen und einige Flagellaten. Ebendaselbst, Tom. VI, 1870.

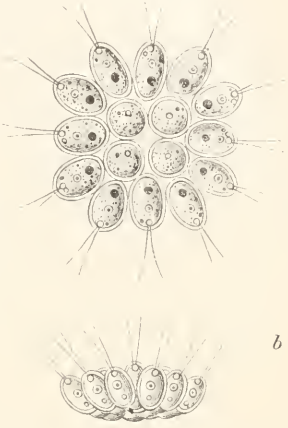
Schwärmer den Entwicklungsgang wiederholen. *Colpodella pugnax* auf *Chlamydomonas*, *Pseudospora volvocis*.

Andere Monaden, die sogenannten *Tetraplasten* (*Vampyrella*, *Nuclearia*), entbehren des Schwärmzustandes, dagegen erzeugt das Protoplasma des encystirten Ruhestadiums durch Zwei- oder Viertheilung ebensoviel actinophrysartige Amoeben, welche theils wie *Colpodella* aus Algenzellen (Spirogyren, Oedogonien, Diatomaceen etc.) ihre Nahrung aussaugen, theils fremde Körper umfliessen. In Nahrungsweise und Bewegungsart schliessen sich die Monaden den Rhizopoden, aber auch niederen Pilzformen wie Chytridium an, in dem gesammten Entwicklungscyklus stimmen sie am meisten mit einzelligen Algen und Pilzen überein, obwohl die Analogie zum Entwicklungsvorgange mancher Infusorien, *Amphileptus*, nicht von der Hand zu weisen ist. Eine etwas abweichende Entwicklung und Cystenbildung zeigt die Cienkowski'sche *Spumella vulgaris*, welche feste Nahrung aufnimmt (mit Hilfe der Nahrungsvacuole) und an einem Faden festsitzt, ebenso die *Chromulina nebulosa* Cnkwsk. und *ochracea* Ehrbg. *Oikomonas Termo* Ehrbg. (Fig. 166.)

Fig. 166.

Oikomonas Termo, nach Bütschli. *n* Nucleus, *Cv* contractile Vacuole, *Nv* Nahrung aufnehmende Vacuole (Mundvacuole).

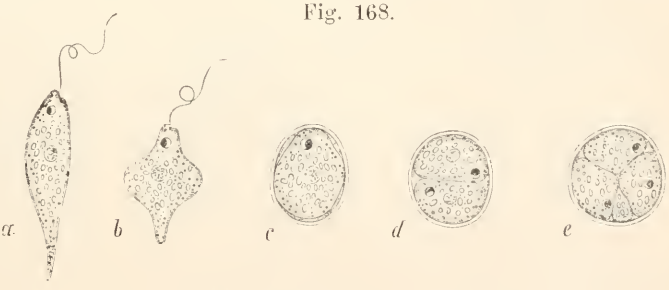
Fig. 167 *a*.



b

Gonium pectorale, nach Stein. *a* Colonie von oben, *b* von der Seite gesehen

Fig. 168.

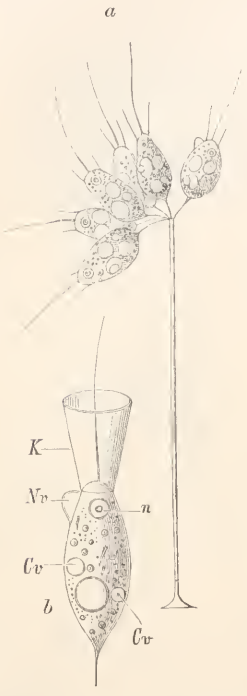


Euglena viridis. *a*, *b* frei schwärmend in verschiedenem Contractionszustande, *c* bis *e* encystirt und in Theilung begriffen, nach Stein.

2. Eine den Algen (*Protococcaceen*) nahe verwandte Gruppe ist die der *Volvocinen*. Dieselben repräsentiren Colonien durch gemeinsame Gallerte vereinigter Zellen, deren Cellulosekapsel im Ruhezustand, Ausscheidung von Sauerstoff, Reichthum an Chlorophyll, sowie an pflanzlichen roth oder braun gefärbten Oelen sie den Algen nahe verwandt erscheinen lässt. Während des freien Umherschwärmens besitzen sie die Fähigkeit der Fortpflanzung, indem einzelne Zellen Tochtercolonien innerhalb der Muttercolonie werden. Auch eine geschlechtliche Fortpflanzung (Conjugation) wurde nachgewiesen; einige der Zellen vergrössern sich und zerfallen in zahlreiche, den Samenkörpern entsprechende Mikrogonidien, andere wachsen zu grossen Eizellen aus, welche

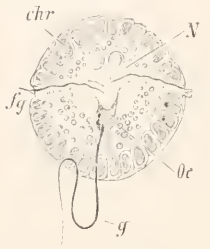
von den ersteren befruchtet werden, sich dann mit einer Kapsel umgeben und als grosse sternförmige Zellen zu Boden sinken. Bei *Volvox* erscheinen nur bestimmte Zellen zur Fortpflanzung tauglich, und es ist bereits der Gegensatz von somatischen und Fortpflanzungszellen ausgesprochen. Von den bekanntesten Volvocinen sind hervorzuheben: *Volvox globator* (Kugelcolonien sehr zahlreicher Individuen, die durch feine Plasmafäden verbunden sind), *Gonium pectorale* (tafelförmige Colonien aus 16 Individuen gebildet) (Fig. 167), *Stephanosphaera pluvialis*.

Fig. 169.



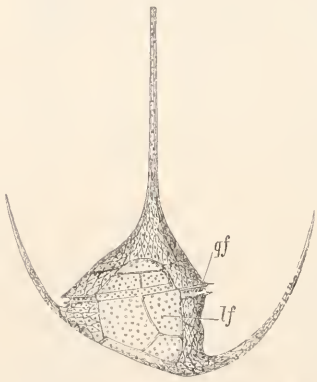
Codosiga Botrytis, nach Bütschli. *a* Colonie. *b* ein Individuum, *K* Kragen, *n* Nucleus, *Cv* contractile Vacuolen, *Nv* Nahrung aufnehmende Vacuole.

Fig. 170.



Glenodinium cinctum, nach Bütschli. *g* Längsfurchengeissel, *fg* Querfurchengeissel, *N* Nucleus, *Oc* Stigma (Augenfleck), *chr* Chromatophoren.

Fig. 171.



Schale von *Ceratium Tripos*, nach Stein. *lf* Längsfurche, *qf* Querfurche.

3. Die *Astasiaeen*[1]) sind contractile einzellige *Flagellaten*, welche sich in ihren Lebenserscheinungen den *Volvocinen* anschliessen, jedoch feste Nahrungskörper aufnehmen. Auch während des Ruhezustandes pflanzen sie sich durch Theilung innerhalb der Cellulosekapsel fort, während zugleich ein Farbenwechsel eintritt. Die bekannteste Gattung ist *Euglena*, nach Stein mit Mundöffnung und Schlundröhre. Sie scheiden im Ruhezustand eine Kapsel aus und zerfallen in Theilstücke, die ausschwärmen. (Fig. 168.) *Euglena viridis, E. sanguinolenta*. Eine andere Gattung, ebenfalls mit einer Mundöffnung, ist *Astasia* Ehrbg. *A. trichophora* Ehrbg. mit abgerundetem Hinterende und sehr langer Geissel am schief abgestutzten Vorderende.

II. Ordnung. *Choanoflagellata* (*Cylicomastiges*), Kelchgeissler. Mit protoplasmatischem, contractionsfähigem, die Basis der Geissel umgebendem Kragen, welcher dem Kragen an den Entodermzellen der Spongien entspricht (daher Clark die Spongien als nächste Verwandte der Flagellaten betrachtete). *Codosiga*

[1]) G. Klebs, Ueber die Organisation einiger Flagellatengruppen und ihre Beziehungen zu Algen und Infusorien. Tübingen, 1883.

Botrytis Ehrbg., coloniebildend (Fig. 169), mit Kern und contractiler Vacuole; *Salpingoeca Clarkii* Bütsch., mit Gehäuse. *Phalansterium* Cnk., mit rudimentärem Kragen und Schleimröhre, coloniebildend.

III. Ordnung. Die *Dinoflagellata* (*Cilioflagellaten*)[1]) zeichnen sich ausser der Längsgeissel durch den Besitz einer Geissel aus, welche in einer queren Furche des Hautpanzers liegt. (Fig. 170 und 171.) Die hierher gehörigen *Peridinien*, zum Theil von absonderlicher Gestalt mit grossen hornförmigen Fortsätzen der Schale, schliessen sich, soweit ihre Entwicklung bekannt geworden ist, am nächsten den *Euglenen* an. In einer Einsenkung liegt der Mund, zuweilen mit einer Art Speiseröhre, an deren Ende die Nahrungstheile in eine Vacuole gerathen. Ausser den beweglichen und gepanzerten Formen gibt es auch Zustände ohne Locomotionsorgane und Schale, ferner encystirte Zustände, in deren Innern eine Menge kleiner Jugendformen ihren Ursprung nehmen sollen. *Glenodinium cinctum* (Fig. 170), *Ceratium cornutum* Ehrbg., *Peridinium tabulatum* Ehrbg.

IV. Ordnung. Die *Cystoflagellaten* oder *Noctiluken*[2]) sind Meeresbewohner mit pfirsichförmigem, von fester Haut umgrenztem Leibe, welcher einen tentakelförmigen Anhang trägt. An der Basis desselben findet sich eine rinnenförmige Einbuchtung mit der Mundöffnung nebst zahnartigem Vorsprung und zarter schwingender Geissel. Der Weichkörper besteht aus Protoplasma, welches einen glashellen *Nucleus* umschliesst und in der Peripherie zwischen hyaliner Flüssigkeit zahlreiche Stränge und anastomosirende Fäden mit Körnchenströmung nach der Innenseite der Haut entsendet, wo dieselben durch feine Netze verbunden sind. Die contractile Substanz erstreckt sich auch in den Anhang hinein und nimmt hier ein quergestreiftes Ansehen an. (Fig. 172.) Als Nahrung werden thierische und pflanzliche Organismen oft von relativ bedeutender Grösse (Copepoden) aufgenommen.

Die Fortpflanzung erfolgt durch Theilung (Brightwell), unter Betheiligung des Nucleus. Eine zweite Vermehrungsart geschieht durch vorsprossende Keime (Zoosporen). Durch Einziehen oder Abstreifen der Geissel gestaltet sich die *Noctiluca* in eine glatte Kugel um. Nach dem Schwunde des Nucleus zerfällt der Sarcodeinhalt in zwei bis vier nicht scharf von einander gesonderte Klumpen, denen entsprechend sich die Blasenwand in ebensoviel flügelförmigen Ausstülpungen hervortreibt. Diese bilden zahlreiche Hügel und warzenförmige Erhebungen, die Anlagen von Sprösslingen (Zoosporen), welche sich tiefer von der Blasenwand abschnüren, während der Noctilukenkörper die Gestalt einer Scheibe gewinnt. Die Hügel und Warzen entstehen also auf Kosten des protoplasmatischen Inhalts der Scheibe, der sich mit der Bildung der Sprösslinge

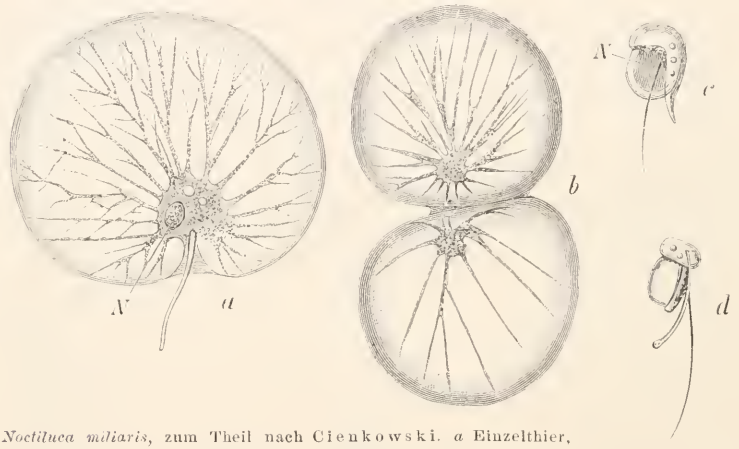
[1]) R. S. Bergh, Der Organismus der Cilioflagellaten. Morph. Jahrb., Tom. VII, 1881. Fr. Stein, Der Organismus der Infusorien. Tom. III. Leipzig, 1878—1883. Bütschli, Einige Bemerkungen über gewisse Organisationsverhältnisse der sogenannten Cilioflagellaten und der Noctiluca. Morph. Jahrb. X, 1885. Fr. Schütt, Ueber die Sporenbildung mariner Peridinien. Bericht der deutsch. bot. Gesellschaft. Berlin, 1887.

[2]) L. Cienkowski, Ueber Noctiluca miliaris. Archiv für mikrosk. Anatomie, 1871 und 1872.

mehr und mehr erschöpft. Dieselben schnüren sich von der Blase ab und werden als kleine Schwärmer mit Nucleus und cylindrischem Anhange frei, um sich wahrscheinlich unter noch nicht näher beobachteten Umgestaltungen zur Noctilukenform auszubilden. Auch Conjugationsvorgänge finden nach Cienkowski sowohl zwischen normal gebauten als eingekapselten Formen statt.

Die *Noctiluken* verdanken ihren Namen dem Leuchtvermögen, welches sie freilich mit zahlreichen Seethieren, wie Quallen, Pyrosomen etc., theilen. Das Licht geht von der peripherischen Protoplasmaschicht aus. Unter geeigneten Bedingungen steigen sie aus der Tiefe an die Oberfläche des Meeres in so ungeheurer Menge empor, dass die Meeresoberfläche auf weite Strecken hin einen röthlichen

Fig. 172.



Noctiluca miliaris, zum Theil nach Cienkowski. *a* Einzelthier, *b* Conjugation zweier Individuen, *c* und *d* Schwärmsprösslinge. *N* Nucleus.

Schein gewinnt, nach Sonnenuntergang aber und vornehmlich schön am Abend bei bedecktem Himmel die prachtvolle Erscheinung des Meerleuchtens bietet.

Die in der Nordsee und im Atlantischen Ocean verbreitete Art ist *N. miliaris*. Nahe verwandt ist der mediterrane *Leptodiscus medusoides* R. Hertw.

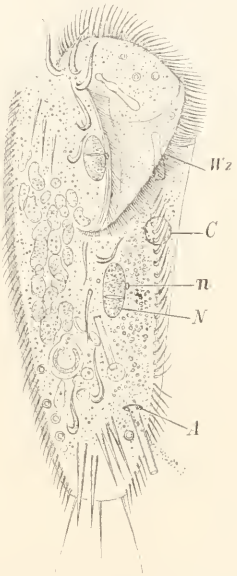
II. Unterclasse. **Ciliata** [1]), **Wimperinfusorien.**

Infusorien mit Cilienbekleidung, mit Mund und After, complicirt gestaltetem Sarcodeleib (mit Endoplasma und Exoplasma) mit Kern und Ersatzkern (Nucleolus).

[1]) Vergl. ausser Ehrenberg, Claparède, Lachmann, Bütschli, l. c., besonders Fr. Stein, Der Organismus der Infusionsthiere, I. und II. Leipzig, 1859 und 1867. M. Nussbaum, Sitzungsberichte der niederrhein. Gesellschaft für Natur und Heilkunde. Bonn, 1884. A. Gruber, Ueber Kern und Kerntheilung bei den Protozoen. Zeitsch. für wiss. Zool., Tom. 40, 1884. Derselbe, Beiträge zur Kenntniss der Physiologie und Biologie der Protozoen. Bericht der naturf. Gesellschaft zu Freiburg, Tom. I, 1886. Derselbe, Weitere Beobachtungen an vielkernigen Infusorien. Ebendaselbst, Tom. III, 1887. E. Maupas, Contributions à l'étude morphologique et anatomique des infusoires ciliés. Arch. de zool. expérim. 2. Serie, Tom. I, 1883. Derselbe, Recherches expérimentales sur la multiplication des infusoires ciliés. Ebendaselbst, Tom. VI, 1888.

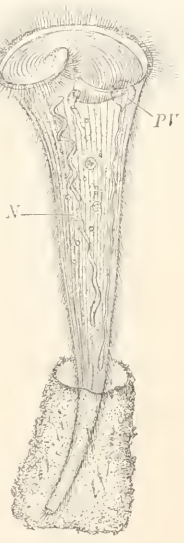
Die häufigsten der locomotiven Anhänge sind zarte Wimpern oder Cilien, die oft in dichten Reihen die gesammte Oberfläche bedecken und derselben das Ansehen einer zarten Streifung verleihen. Gewöhnlich sind die Wimpern in der Nähe des Mundes stärker und gruppiren sich hier zu einem Saume grösserer Haare, zu einer *adoralen Wimperzone*, welche beim Schwimmen eine Strudelung erregt und die zur Nahrung dienenden Stoffe in die Mundöffnung hinleitet. (Fig. 173.) Eine noch höhere Entfaltung erlangt diese Wimperzone bei festsitzenden Infusorien, z. B. den *Glockenthierchen*, deren Oberfläche einer gleichmässigen Bewimperung entbehrt. Hier sitzen ein oder mehrere Kränze ansehnlicher Cilien am Rande einer deckelartig erhobenen einstülpbaren Klappe, auf welche nach dem Munde zu ein unterer Wimpersaum folgt. Bei den frei schwimmenden Infusorien kommen oft zu den zarten Cilien und Wimperzonen noch dickere Haare und steife Borsten, Griffel und mehr oder minder gekrümmte Haken hinzu, die zum Kriechen und Anklammern verwendet werden.

Fig. 173.



Stylonychia mytilus, nach Stein, von der Bauchfläche gesehen. *Wz* Adorale Wimperzone, *C* contractile Vacuole, *N* Nucleus, *n* Nucleolus, *A* After.

Fig. 174.



Stentor Roeselii Ehrbg., nach Stein. *O* Mundöffnung mit Schlundrohr, *PV* pulsirende Vacuole, *N* Nucleus.

Einige festsitzende Infusorien wie *Stentor* (Fig. 174) und *Cothurnia* sondern äussere Hülsen oder Gehäuse ab, in die sie sich zurückziehen.

Die Nahrungsaufnahme erfolgt selten auf endosmotischem Wege durch die gesammte Körperbedeckung, wie z. B. bei den parasitischen *Opalinen*. (Fig. 175.) Saugend ernähren sich die *Acineten*, welche beim Mangel einer Mundöffnung keine festen Körper in sich aufnehmen können, dagegen an ihrer Oberfläche eine grössere oder geringere Zahl von langen Röhrchen und contractilen Stielchen tragen, mittelst deren sie fremde Organismen festhalten und aussaugen. (Fig. 176.) Bei Weitem die meisten Infusorien besitzen eine Mundöffnung, meist in der Nähe des vorderen Poles, und eine zweite, als After fungirende Oeffnung, welche während des Austrittes der Kothballen an einer bestimmten Körperstelle als Schlitz erkennbar wird.

Das von der Haut umgrenzte Körperparenchym zerfällt in ein körniges, zähflüssiges Exoplasma und in ein flüssigeres helleres Endoplasma, in welches von der Mundöffnung aus häufig eine zarte, seltener durch feste Stäbchen (*Chilodon*, *Nassula*) gestützte Speiseröhre hineinragt. (Fig. 177.) Durch die-

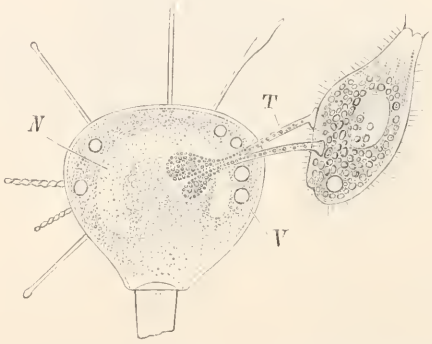
selbe gelangen die Nahrungsstoffe, in Speiseballen zusammengedrängt, in das Endoplasma, um unter dem Einflusse der Contractilität des Leibes in langsamen Rotationen umherbewegt, verdaut und endlich in ihren festen unbrauchbaren Ueberresten durch die Afteröffnung ausgeworfen zu werden. Ein von besonderen Wandungen umschlossener Darmcanal existirt ebensowenig wie die zahlreichen Mägen, welche Ehrenberg, durch die Nahrungsballen getäuscht, seinen *Infusoria polygastrica* zuschrieb. Wo ein Darmcanal beschrieben worden ist, hat man es mit eigenthümlichen Strängen und Trabekeln des Innenparenchyms zu thun, welche zwischen ihren Lücken helle, mit Flüssigkeit erfüllte Räume umschliessen.

Das zähflüssigere Exoplasma haben wir vorzugsweise als die bewegende und empfindende Grundlage des Leibes anzusehen, in welcher auch muskelähnliche Differenzirungen (*Stentor*, *Vorticellenstiel*) auftreten. Selten wird die-

Fig. 175.

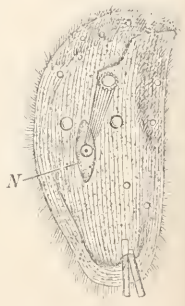
Opalina ranarum, nach W. Engelmann.

Fig. 176.



Acineta ferrumequinum Ehrbg., welche ein kleines Infusorium (Enchelys) aussaugt, nach Lachmann. *T* Saugtentakeln, *V* Vacuolen, *N* Nucleus.

Fig. 177.

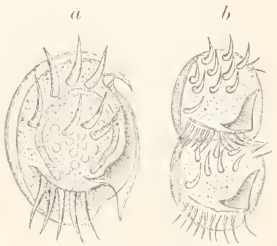


Chilodon cucullus, nach Stein, mit fischreusenähnlichem Schlund. *N* Nucleus mit Nucleolus. Aus dem After treten Nahrungsreste aus.

selbe der Sitz kleiner stäbchenförmiger Körper (z. B. *Bursaria leucas*, *Nassula*), welche den Nessel- oder Angelorganen der *Turbellarien* und *Coelenteraten* vergleichbar sind. Als eine weitere Differenzirung der Rindenschicht erweisen sich die *contractilen Vacuolen*, Bildungen, welche in einfacher oder mehrfacher Zahl an ganz bestimmten Stellen des Körpers auftreten. Es sind helle, mit Flüssigkeit gefüllte, meist runde Räume, die kleiner werden und dann verschwinden, allmälig aber wieder hervortreten und zur ursprünglichen Grösse anwachsen. Häufig stehen die pulsirenden Vacuolen mit einer oder mehreren gefässartigen Lacunen in Verbindung, welche während der Contraction der Vacuole bedeutend anschwellen. (Fig. 187.) Man schreibt diesen Differenzirungen eine ähnliche Bedeutung wie dem Wassergefässsystem der *Rotiferen* und *Turbellarien* zu und erklärt sie für excretorisch. Die letztere Deutung hat namentlich die Thatsache für sich, dass die contractile Vacuole in einzelnen Fällen durch eine feine Oeffnung an der Oberfläche ausmündet und dass durch diese Körnchen nach aussen gelangen.

Die *Nuclei* und *Nucleoli* liegen im Endoplasma des Infusorienleibes. Der *Nucleus*,* schon vor Decennien dem Kerne der einfachen Zelle verglichen, ist ein in einfacher oder mehrfacher Zahl auftretender Körper von bestimmter Form und Lage. Bald rund oder oval, bald langgestreckt, hufeisenförmig oder bandförmig ausgezogen und in eine Reihe von Abschnitten eingeschnürt, enthält derselbe eine feinkörnige, zähe, von einer zarten Membran umgrenzte Substanz, aus welcher nach der irrthümlichen Ansicht von Balbiani und Stein Eier, beziehungsweise Keimkugeln hervorgehen sollten. Der als *Nucleolus* bezeichnete Nebenkern, besser Ersatzkern,** wechselt ebenfalls nach Form, Lage und Zahl bei den einzelnen Arten mannigfach. Stets ist derselbe viel kleiner als der Nucleus und stark lichtbrechend, in der Regel dem Nucleus dicht angelagert oder gar in eine Cavität desselben eingesenkt. Kern und Ersatzkern spielen bei der Fortpflanzung der Infusorien, insbesondere der *Conjugation* eine wichtige Rolle.

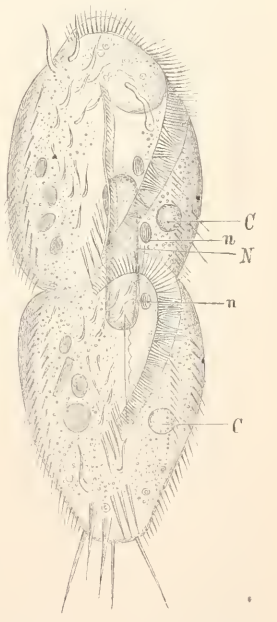
Fig. 178.



a Aspidisca lyncaster, nach Stein. *b Aspidisca polystyla* in Theilung, nach Stein.

Die Fortpflanzung der Infusorien erfolgt vorwiegend durch *Theilung*; bleiben die neu erzeugten Formen untereinander und mit dem Mutterthiere in Verbindung, so entstehen Colonien von Infusorien, z. B. die Stöckchen von *Epistylis* und *Carchesium*. Am häufigsten ist die Theilung eine Quertheilung (rechtwinkelig zur Längenachse), wie bei den *Oxytrichinen*, *Stentoren* etc., und vollzieht sich unter ganz bestimmten Veränderungen und Neubildungen nach vorausgegangener Verschmelzung und Theilung der Nuclei einerseits und der Nucleoli anderseits. (Fig. 178.) Bei *Stylonychia* werden beispielsweise in der hinteren Hälfte des Körpers die Wimperzone neugebildet, und Stirn- und Aftergriffel, Haken und Borsten ergänzt, bevor die Theilung eintritt. (Fig. 179.) Minder häufig (*Vorticellinen*) geschieht die Theilung in der Länge (Fig. 180 *a*, *b*), weit seltener in diagonaler Richtung. Oft geht der ungeschlechtlichen Fortpflanzung eine Einkapselung voraus, welche für die Erhaltung der Infusorien bei Verdunstung des umgebenden Wassers, beziehungsweise bei Nahrungsmangel von grosser Bedeutung erscheint. Das Thier zieht die Cilien ein, contrahirt seinen Körper zu einer kugeligen Masse und scheidet eine helle erhärtende Cyste aus, in welcher dasselbe geschützt in feuchter Luft überdauert. Im Wasser zerfällt dann der Inhalt in eine Anzahl von Theilstücken,

Fig. 179.

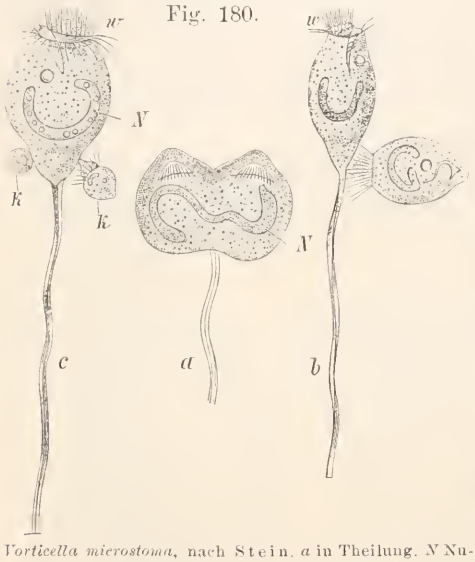


Stylonychia mytilus, in Theilung begriffen, von Stein. *C* contractile Vacuolen, *N* Nucleus, *n* Ersatzkerne (Nucleoli).

welche beim Platzen der Cyste in's Freie gelangen und zu ebensoviel Sprösslingen werden. Auch durch künstliche Theilung gelingt es, ein Thier in zwei oder mehrere, sich bald zu normalen Infusorien regenerirende Individuen zu zerlegen (*Oxytricha*, *Stentor*), doch ist für die vollkommene Regeneration das Vorhandensein eines Kernes oder Kernstückes nothwendig.

Die *Knospung* ist ein besonders an festsitzenden Infusorien zu beobachtender Vorgang der Fortpflanzung. Es erhebt sich dann die Knospe als Höcker, in welchen Theilstücke des Grosskernes und Ersatzkernes eintreten. Bei *Podophrya* werden gleichzeitig zahlreiche solcher Knospen gebildet, welche sich als Schwärmsprösslinge von der Wandung des Mutterkörpers ablösen. (Fig. 181.) Die Schwärmer der *Sphaerophryen* dringen in das Innere anderer Infusorien, wie Paramaecien und Stylonychien etc., ein, nähren sich auf Kosten des vergrösserten Nucleus und bilden durch Theilung Sprösslinge, welche ausschwärmen und längere Zeit von Stein für schwärmende Embryonen der Stylonychien gehalten wurden. (Fig. 182 *b* und *c*.)

Fig. 180.

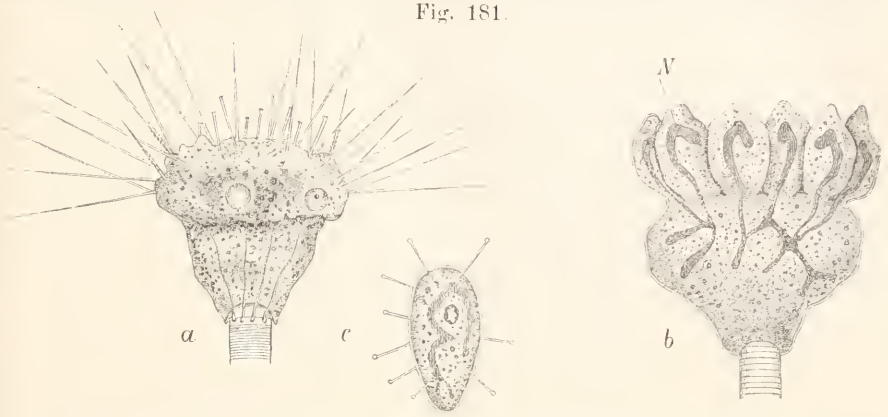


Vorticella microstoma, nach Stein. *a* in Theilung. *N* Nucleus. Der Mundapparat entsteht in jedem Theilstück durch Neubildung. — *b* Die Theilung ist vollendet; der neue Sprössling löst sich ab, nachdem er einen hinteren Wimperkranz gebildet hat, *w* Strudelorgan. — *c* Die Vorticella im Zustande knospenförmiger Conjugation. *K* Die angehefteten knospenähnlichen Individuen.

Sehr verbreitet sind die schon von Leeuwenhoek und O. Fr. Müller beobachteten Conjugationsvorgänge, mit welchen Veränderungen des Nucleus und Nucleolus verbunden sind, die zu der irrthümlichen Deutung beider Gebilde als Ovarium und Hoden Veranlassung gaben. In Wahrheit handelt es sich jedoch um einen der geschlechtlichen Fortpflanzung (Befruchtung des Eies) entsprechenden Vorgang, bei welchem der Austausch von Kernsubstanz und die Regeneration des Nucleus durch Theile des als Ersatzkern fungirenden Nebenkernes resultirt. Es sind jedoch zwei Formen von Vereinigung zu sondern, von denen man die eine, welche auf vollständiger Fusion zweier Individuen und dauernder Verschmelzung der Kerne derselben beruht, als *Copulation*, die zweite, bei welcher sich die Individuen meist nur vorübergehend vereinigen und stets eine Regeneration ihrer Kerne erfahren, als *Conjugation* bezeichnen kann. Die erstere wurde vornehmlich bei Vorticellinen, jedoch auch bei Hypotrichen (Stylonychia) neben der Conjugation beobachtet, und dürfte von ähnlichen bei niederen Pflanzen verbreiteten Vorgängen nicht verschieden sein. Die Conjugation zweier Infusorien erfolgt in überaus verschiedener Weise und führt zu einer mehr oder minder vollständigen Verschmelzung, auf welche später nach der

Regeneration der Kerne ein meist wiederholter Theilungsact folgt. Die *Paramaecien*, *Stentoren*, *Spirostomeen* legen bei der Conjugation ihre Bauchflächen

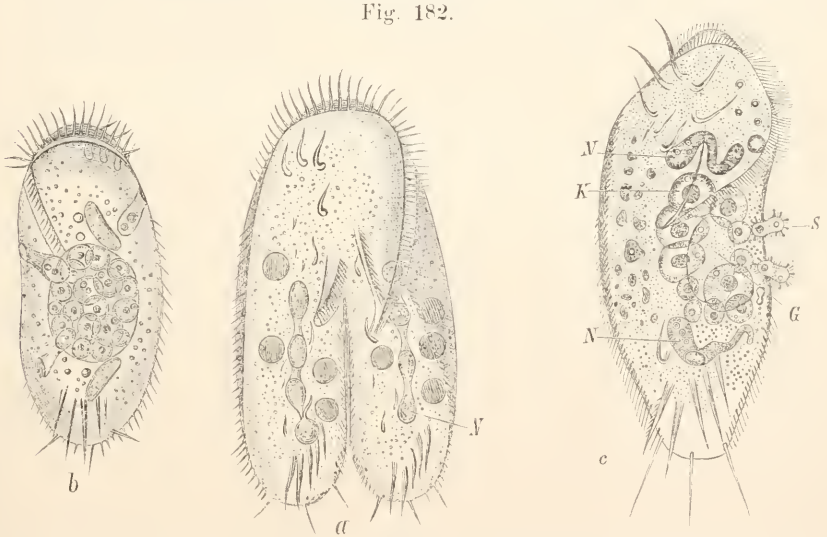
Fig. 181.



Podophrya gemmipara, nach R. Hertwig. *a* Mit ausgestreckten Saugröhrchen und Fangfäden, mit zwei contractilen Vacuolen. — *b* Dieselbe mit reifen Knospen, in welche Fortsätze des verästelten Kernes *N* eintreten. — *c* Abgelöster Schwärmer.

aneinander, andere Infusorien mit flachem Körper, wie die *Oxytrichinen*, *Chilodonten*, gehen eine laterale Conjugation ein (Fig. 182 *a*), während *Enchelys*,

Fig. 182.



a Stylonychia mytilus im Zustande der Conjugation. Der Nucleus (*N*) in Theilung begriffen (Balbiani's vermeintliche Eier); die Nucleoli in vier Kugeln zerfallen (vermeintliche Samenkapseln). — *b* Eine von parasitischen Sphaerophryen erfüllte *Stylonychia*, nach Balbiani. — *c Stylonychia mytilus* mit ausschwärmenden *Sphaerophryen* (*S*). *K* Unentwickelte Keime der letzteren, *N* Nucleus von *Stylonychia*, *G* sogenannte Geburtsöffnung.

Halteria, *Coleps* an ihrem vorderen Körperende, also terminal, unter dem Anschein einer Quertheilung zusammentreten. Auch bei den *Vorticellinen*, *Trichodinen* etc. findet eine laterale Conjugation nicht selten zwischen ungleich grossen Individuen statt, die den Schein einer Knospenbildung bieten kann (knospenförmige Conjugation) (Fig. 180 *c*).

Die Veränderungen, welche der *Nucleus* und *Nucleolus* während und in Folge der Conjugation erfahren, sind besonders eingehend bei *Stylonychia* und *Paramaecium* verfolgt worden. (Fig. 182 *a* und 183.) Da, wo mehrere Nuclei vorhanden sind, verschmelzen dieselben zu einem einzigen rundlich-ovalen Körper (Balbiani), dessen Substanz vor seiner weiteren Theilung eine feinfaserige Structur annimmt (Bütschli), ähnlich wie die Substanz echter Zellkerne bei der Theilung eine streifig faserige Beschaffenheit gewinnt. Auch der Ersatzkern vergrössert sich unter Ausbildung einer zarten Streifung, wird zu einer Kernspindel und zerfällt durch einmalige, beziehungsweise wiederholte Theilung in eine Anzahl Kernspindeln, von denen einige, sowie die Theilstücke des Nucleus zu Grunde gehen, beziehungsweise ausgestossen werden, andere zur Bildung des neuen Kernes verwendet werden.

Bei *Paramaecium Aurelia* legen sich nach den Beobachtungen Gruber's[1]) zwei spindelförmige Theilstücke der Nucleoli an der Berührungsstelle der conjugirten Individuen wohl zum Austausch der Kernsubstanz aneinander (Fig. 184. 4), während nach der Meinung früherer Beobachter Auswanderung und Vertauschung der Nebenkerne erfolgen sollte. Später trennen sich die beiden Nebenkerne wieder und erscheinen wie geschrumpft, ohne Streifung als kleine homogene Körper, werden aber später wieder zu Kernspindeln, die sich theilen. (Fig. 184. 6, 7.) Die Regenerationsvorgänge des Nucleus vollziehen sich grossentheils erst nach Aufhebung der Conjugation. Bei *Paramaecium Aurelia* besitzen die nach Aufhebung der Conjugation getrennten Individuen ausser dem früheren Kerne (Grosskern) vier Nebenkerne, die nochmals eine Theilung erfahren. Der alte Grosskern wächst dann zu einem verschlungenen Band aus, das in Stücke zerfällt, während vier der helleren, aus dem Ersatzkerne hervorgegangenen Kernkugeln zum späteren Ersatzkerne (Fig. 184. 8.) verschmelzen (nach Bütschli sollte nur eine derselben als Nebenkern übrig bleiben), und die vier anderen grösser werden und zum neuen Grosskern sich vereinigen. (Fig. 184. 9.)

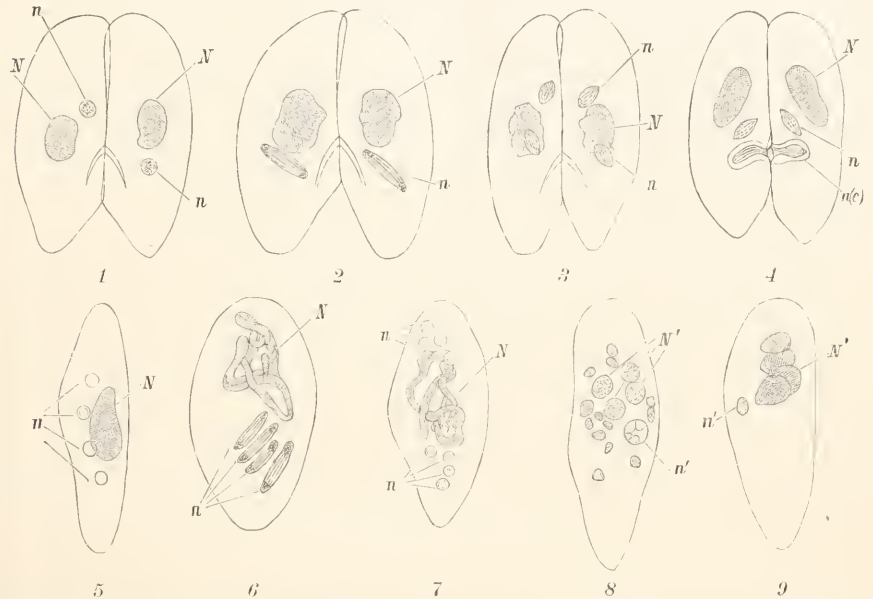
Fig. 183.

Conjugationszustände von *Stylonychia mytilus*, schwächer vergrössert (Essigsäurebehandlung), nach Bütschli. *a* Conjugationszustand mit je zwei Nucleolnskapseln. *Nb* Vier Nucleusbruchstücke in jedem Individuum. — *b* Conjugationszustand mit je vier Nucleoluskapseln, von denen *N'* der spätere Nucleus, *n'* die beiden Nucleoli werden. *Nb* die vier Bruchstücke des alten Nucleus. — *c* *Stylonychia* am sechsten Tage nach aufgehobener Conjugation mit Nucleus und zwei Nucleoli.

[1]) A. Gruber, Der Conjugationsprocess bei Paramaecium. Berichte der naturf. Gesellschaft in Freiburg, Tom. II, 1886. L. H. Plate, Ueber einige an den Kiemenblättern von Gammarus pulex lebende Ectoparasiten. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. 43. Derselbe, Protozoenstudien, Habilitationsschrift. Jena, 1888.

Auf die Conjugation und deren Aufhebung folgt eine Periode fortgesetzter Theilungen, und es besteht, wie die sorgfältigen und umfassenden Untersuchungen von *Maupas* gezeigt haben, eine Gesetzmässigkeit in dem Wechsel von Conjugation und Theilungen, die sich nicht beliebige Zeit hindurch fortsetzen, sondern ohne dazwischen eintretende Conjugation zur Degeneration des Organismus führen. Die Infusorien werden nach einer gewissen Zahl von Theilungen immer kleiner, verändern Körper und Kernform, verlieren einen Theil der Bewim-

Fig. 184.

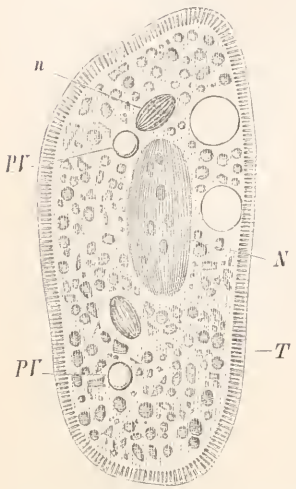


Conjugationsprocess von *Paramaecium Aurelia*, nach A. Gruber. *1* Erstes Stadium desselben. *2* Späterer Zustand. Die Ersatzkerne gestalten sich zu Kernspindeln. *3* Die Spindeln haben sich in je zwei Kerne getheilt. *4* Zwei derselben treten in Berührung und Austausch der Kernsubstanz. *5* Stadium nach aufgehobener Conjugation mit vier Kernkugeln des Ersatzkernes. *6* Dieselben zu Spindeln gestaltet. *7* Mit acht durch Theilung derselben entstandenen Kernkugeln. Der alte Nucleus ist im Zerfall begriffen. *8* Vier der Kugeln sind zur Bildung des neuen Ersatzkernes zusammengetreten. *9* Die vier anderen Kugeln vergrössert, den neuen Nucleus bildend. *N* Kern und dessen Zerfallproducte, *n* Ersatzkern und dessen Theilungsstücke, *n (c)* Ersatzkerne in Conjugation, *N' n'* der neugebildete Kern und Ersatzkern.

perung und die Fähigkeit der Nahrungsaufnahme. Schliesslich tritt, wenn nicht noch zur rechten Zeit Conjugation Rettung bringt, der natürliche Tod in Folge seniler Degeneration ein. Somit besteht auch bei den Einzelligen ein ähnliches Verhältniss wie bei den Metazoen zwischen sich conjugirenden Zellen (geschlechtliche Fortpflanzung) und den Zellgenerationen, welche sich durch fortgesetzte Theilung vermehren, und der Unterschied ist lediglich der, dass im ersteren Fall jede Zelle den Leib und Zelle und die Keimzelle zugleich repräsentirt, während bei den Metazoen Körperzellen und Keimzellen getrennt sind, und jene in der gesammten Generationsfolge zu einem einheitlichen, die Keimzellen einschliessenden Organismus verbunden sind. Lediglich dieser Gegensatz hat zu dem ergötzlichen Spiele mit der „Unsterblichkeit der Einzelligen“ Anlass gegeben.

Die Lebensweise der Infusorien, welche vornehmlich das süsse Wasser bevölkern, ist überaus mannigfaltig. Die meisten ernähren sich selbstständig, indem sie kleinere und grössere Nahrungskörper, selbst Rotiferen, aufnehmen. Einige, wie *Amphileptus*, wählen sich festsitzende Infusorien, wie *Epistylis* und *Carchesium*, zur Beute und würgen dieselben bis zur Ursprungsstelle des Stiels in's Innere ein. Dann scheiden sie, wie an dem Stiel aufgestülpt, eine Kapsel aus und zerfallen unter Theilung des Inhalts in zwei oder mehrere ausschwärmende Individuen. Einige, wie die mundlosen Opalinen und viele Bursariden, schmarotzen im Darm und in der Harnblase von Vertebraten. Zu diesen gehört auch das *Balantidium coli* aus dem Dickdarm des Menschen. (Fig. 186.)

Fig. 185.



Paramaecium Bursaria, eine Stunde nach aufgehobener Conjugation, nach Bütschli. *N* Nucleus, *n* Nucleolus, *PV* pulsirende Vacuole. Zwei der Nucleoluskapseln sind zu lichten Kugeln geworden. *T* Trichocysten

1. Ordnung: *Holotricha*. Körper gleichmässig mit Wimpern bekleidet, welche in Längsreihen angeordnet und kürzer als der Körper sind. Zuweilen finden sich in der Umgebung des Mundes längere Wimpern, welche aber keine adorale Wimperzone bilden.

Ausser den mund- und afterlosen parasitischen Opalinen (*Opalina ranarum* aus dem Mastdarm von *Rana temporaria*) (Fig. 164) gehören hieher:

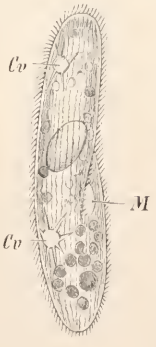
Fam. *Trachelüidae*. Körper metabolisch, in einen vorderen halsartigen Fortsatz verlängert. Mund bauchständig, ohne längere Wimpern. *Trachelius ovum* Ehrbg., *Amphileptus fasciola* Ehrbg.

Fam. *Colpodidae*. Körper formbeständig, Mund bauchständig in einer Vertiefung, stets mit längeren Wimpern oder undulirenden Klappen ausgestattet. *Paramaecium Aurelia* Fr. Müll. (Fig. 187), *P. Bursaria* Focke, *Colpoda cucullus* Ehrbg *Nassula elegans* Ehrbg., *Glaucoma scintillans* Ehrbg. Verwandt ist *Coleps* Ehrbg.

Fig. 186.

Balantidium coli mit zwei pulsirenden Vacuolen, nach Stein. Unterhalb des Nucleus liegt ein gefressenes Stärkekorn. Ein Kothballen tritt am Hinterende aus dem After aus.

Fig. 187.



Paramaecium Aurelia nach Ehrenberg. *M* Mund, *Cv* contractile Vacuolen mit gefässartigen Lacunen.

2. Ordnung: *Heterotricha*. Körper gleichmässig mit feinen Wimpern bekleidet, die in Längsreihen geordnet sind, mit deutlicher adoraler Wimperzone.

Fam. *Bursariidae*. Die adorale Wimperzone am Rande meist der linken Körperhälfte. *Bursaria truncatella* O. Fr. Müll., *Balantidium coli* Mahnst., Parasit im Colon des Menschen (Fig. 173). *Spirostomum ambiguum* Ehrbg.

Fam. *Stentoridae*. Am vorderen Ende des metabolischen Körpers ein Peristomfeld mit trichterförmiger Vertiefung, ohne eigentlichen Schlund. (Fig. 163.) *Stentor polymorphus* O. F. Müll., *St. coeruleus* Ehrbg. *St. Roeselii* Ehrbg.

3. Ordnung. *Hypotricha.* Körper mit verschieden gestalteter Rücken- und Bauchfläche. Die convexe Rückenfläche meist nackt, die Bauchfläche bewimpert, mit Griffeln und Stielen besetzt. Mund auf der Bauchseite.

Fam. *Oxytrichidae.* Körper oval gestreckt. An der linken Bauchhälfte ein Peristomausschnitt mit adoraler Wimperzone. Bauchfläche jederseits mit Randwimperreihe, ausserdem mit griffelförmigen Borsten und Haken. *Stylonychia pustulata* Ehrbg. mit 8 Stirngriffeln, 5 Bauch- und 5 Afterwimpern. *St. mytilus* (Fig. 173), *Oxytricha gibba* O. Fr. Müll.

Fam. *Aspidiscidae.* Körper gepanzert, schildförmig. Mit weit nach hinten reichendem adoralen Wimperbogen, 7 griffelförmigen Bauchwimpern und 5 oder 10 – 12 griffelförmigen Afterwimpern. (Fig. 178.) *Aspidisca lynceus* Ehrbg. *A. lyncaster* St.

Fam. *Chilondontidae.* Körper meist gepanzert, mit fischreusenförmigem Schlund. *Chilodon cucullus* Ehrbg. (Fig. 177.)

4. Ordnung: *Peritricha.* Mit drehrundem oder glockenförmigem, partiell bewimpertem Leibe. Die Wimpern bekleiden eine adorale Wimperscheibe und häufig einen ringförmigen Gürtel.

Fam. *Vorticellidae.* Mit adoraler Wimperspirale, ohne Gehäuse, mittelst Stieles festsitzend, meist coloniebildend. *Vorticella microstoma* Ehrbg. (Fig. 180), *Epistylis plicatilis* Ehrbg., *Zoothamnium arbuscula* Ehrbg., *Carchesium polypinum* Ehrbg.

Fam. *Trichodinidae.* Mit adoraler Wimperspirale und Wimperkranz nebst Haftapparat am hinteren Körperende. *Trichodina pediculus* Ehrbg.

Fam. *Halteriidae.* Neben der adoralen Wimperspirale ist eine äquatoriale Zone längerer Wimpern vorhanden. *Halteria volvox* Clap. Lachm.

5. Ordnung: *Suctoria.* Körper meist ohne Wimpern, mit geknöpften tentakelartigen Fortsätzen, welche als Saugröhren wirken, zuweilen noch mit Greiffäden.

Fam. *Acinetina.* Mit *Acineta mystacina* Ehrb., *Podophrya cyclopum* Clap. Lachm., *Podophrya gemmipara* R. Hertw. (Fig. 181.), *Sphaerophrya* Clap. Lachm. (Fig. 182.)

Als Anhang der Protozoen betrachten wir noch die den Pilzen näher stehenden *Schizomyceten* und *Sporozoen* (*Gregarinen*).

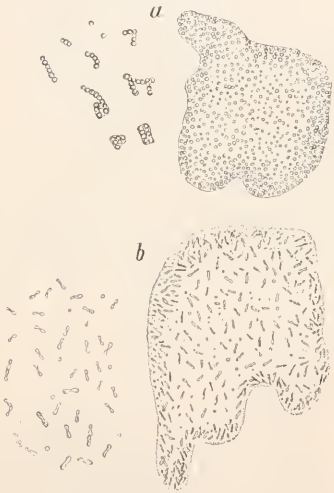
1. Die *Schizomyceten*[1]) (Bakterien) sind kleine kugelige oder stäbchenförmige Körper, welche sich in verwesenden Substanzen, insbesondere häufig an der Oberfläche faulender Flüssigkeiten finden und hier die Entstehung schleimiger Häute veranlassen. (Fig. 188.) Dieselben stehen den Hefepilzen am nächsten, mit denen sie auch in den Bedingungen ihres Ernährungsprocesses — Ammoniak und kohlenstoffhaltige organische Verbindungen zu verbrauchen — übereinstimmen. Aehnlich wie diese erregen und unterhalten sie durch Entziehung von Sauerstoff oder Anziehung desselben aus der Luft (Reductions- oder Oxydationsfermente) den Gährungs-, beziehungsweise Verwesungsprocess organischer Substanzen, unterscheiden sich jedoch von denselben durch die Entwicklung, indem sie sich durch Theilung in zwei Hälften vermehren, während die Hefepilze (*Saccharomyces, Hormiscium*) Ausstülpungen bilden und als Sporen zur Abschnürung bringen. Die Quertheilung erfolgt, nachdem sich die Zellen in die Länge gestreckt, durch Einschnürung des Protoplasma und durch Ausscheidung einer queren Scheidewand. Bald trennen sich die Tochterzellen sofort, bald bleiben sie vereinigt und erzeugen durch neue Theilung Fäden (Fadenbakterien). Bald werden die Zellengenerationen durch eine gallertige Zwischensubstanz

[1]) F. Cohn, Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Tom. I, Heft 2 und 3, 1872 und 1875; Tom. II, 1876. Untersuchungen über Bakterien, 1, 2 und 3 (Eidam, *Bacterium termo*). Nägeli, Die niederen Pilze. München, 1877. Koch, Untersuchungen über die Aetiologie der Wundinfectionskrankheiten. Leipzig, 1878. W. Zopf, Die Spaltpilze. Breslau, 1883.

verbunden und bilden so unregelmässig geformte Gallertmassen (*Zoogloea*), bald bleiben sie frei in Schwärmen zerstreut. Auch in Form eines pulverigen Niederschlages können sie sich am Boden absetzen, sobald die Nährstoffe in der Flüssigkeit erschöpft sind. Die meisten besitzen einen beweglichen und einen unbeweglichen Zustand; im ersteren rotiren sie um die Längsachse, können sich aber auch beugen und strecken, niemals aber schlängeln. Die Beweglichkeit scheint an die Gegenwart von Sauerstoff gebunden zu sein. Die Abgrenzung der Bakterien in Gattungen und Arten ist um so weniger durchführbar, als eine geschlechtliche Fortpflanzung vermisst wird; man wird sich begnügen müssen, in mehr künstlicher Weise Formspecies und physiologische Arten und Abarten aufzustellen, ohne ihre Selbstständigkeit stets beweisen zu können. F. Cohn unterscheidet vier Gruppen als Kugelbakterien mit *Micrococcus* (*Monas*, *Mycoderma*), Stäbchenbakterien mit *Bacterium*, Fadenbakterien mit *Bacillus* und *Vibrio*, Schraubenbakterien mit *Spirillum* und *Spirochaete*.

Die Kugelbakterien sind die kleinsten Formen und zeigen nur Molekularbewegung; sie erregen verschiedene Zersetzungen, aber nicht Fäulniss. Man kann sie nach der verschiedenen Fermentwicklung in chromogene (der Pigmente), zymogene (der Fermente) und pathogene Arten (der Contagien) sondern. Die ersteren treten in gefärbten Gallertmassen auf und vegetiren in Zoogloeaform, z. B. *M. prodigiosus* Ehrbg. auf Kartoffeln etc. (Aberglaube vom blutenden Brod). Zu den zymogenen gehört *M. ureae*, Harnferment, zu den pathogenen *M. vaccinae*, Pockenbakterie, *M. septicus* der Pyämie, *M. diphtheriticus* der Diphtheritis.

Fig. 188.



Schizomyceten, nach F. Cohn. *a Micrococcus*, *b Bacterium termo*, Fäulnissbakterie, beide in frei beweglicher und in Zoogloeaform.

Die Stäbchenbakterien bilden kleine Ketten oder Fäden und zeigen namentlich bei hinreichender Nahrung und Anwesenheit von Sauerstoff spontane Bewegungen. Hieher gehört das in allen thierischen und pflanzlichen Aufgüssen verbreitete *Bacterium termo* Ehrbg., welches in ähnlicher Weise das nothwendige Ferment der Fäulniss ist wie Hefe das der Alkoholgährung; ferner *B. Lineola* Ehrbg. von bedeutender Grösse in Brunnenwasser und stehendem Wasser auch ohne Fäulnissproducte, ebenso wie jenes mit Zoogloeagallert. Als Ferment der Milchsäure gilt nach Hoffmann eine andere Bakterienform.

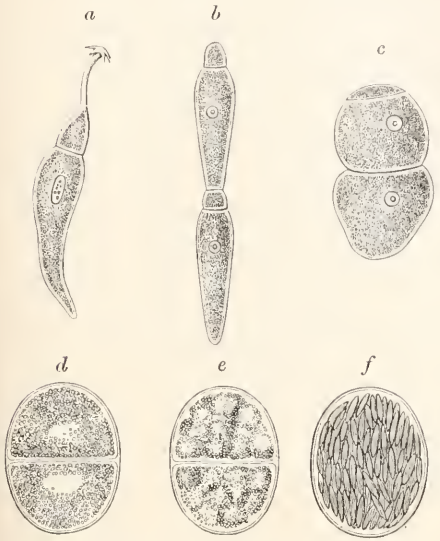
Von den Fadenbakterien veranlasst der bewegliche *Bacillus* (*Vibrio*) *subtilis* Ehrbg. die Buttersäuregährung, findet sich aber auch in Infusionen zugleich mit *B. termo*. Sehr nahe verwandt und kaum unterscheidbar, aber unbeweglich ist die Milzbrandbakteridie, *Bacillus Anthracis*. *B. Malariae* nach Klebs Ursache der Malaria, *B. Kochii* Tuberkelbakterie. Auch der Abdominaltyphus wird auf einen Bacillus zurückgeführt. Durch formbeständige Wellenbiegungen des Fadens charakterisiren sich *Vibrio regula* und *serpens*; diese führen endlich zu den Schraubenformen, von denen *Spirochaete* eine flexile und lange, aber enggewundene, *Spirillum* eine starke, kurze und weitläufige Schraube darstellt. –

Die *Sporozoen*, *Gregarinen* (*Gregarinae*)[1] (Fig. 189) sind einzellige Organismen, welche im Darm und in inneren Organen niederer Thiere parasitisch leben. Der Leib ist häufig wurmförmig gestreckt und besteht aus einer körnigen, zähflüssigen, von zarter Hüllhaut bekleideten (zuweilen mit subcuticularer Schicht von Muskelstreifen) Grundmasse, in

[1] N. Lieberkühn, Évolution des Gregarines. Mém. cour. de l'Acad. de Belg., 1855. Derselbe, Beitrag zur Kenntniss der Gregarinen. Arch. für Anat. und Physiologie, 1865.

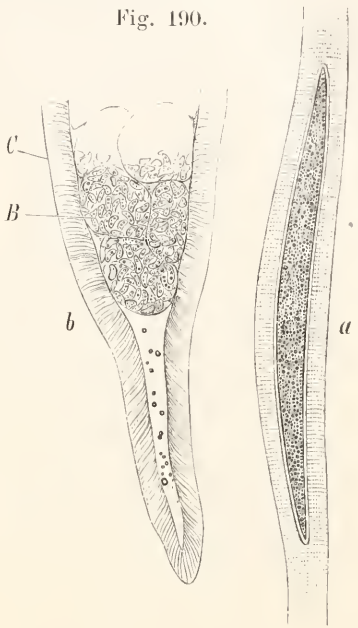
welcher ein rundlicher oder ovaler heller Körper, der Kern, eingebettet liegt. Complicationen des Baues ergeben sich durch das Auftreten einer Scheidewand, welche das Vorderende von der Hauptmasse des Leibes absetzt. Der vordere Körpertheil gewinnt auf diese Art

Fig. 189.



Gregarinen, nach Stein und Kölliker. *a Stylorhynchus oligacanthus* aus dem Darm von *Calopteryx*. — *b Gregarina* (*Clepsidrina*) *polymorpha* aus dem Darm des Mehlkäfers, in Conjugation. — *c* Dieselben auf dem Wege der Encystirung. — *d* Gregarinen in Encystirung. — *e* Im Zustande der Pseudonavicellenbildung. — *f* Pseudonavicelleneyste mit fertigen Pseudonavicellen.

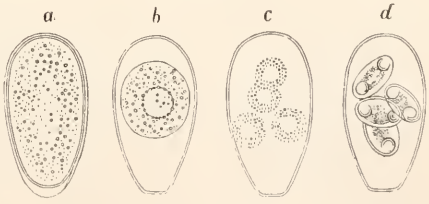
Fig. 190.



Rainey'sche Schläuche aus dem Fleisch des Schweines. *a* Ein Schlauch im Innern einer Muskelfaser. — *b* Das Hinterende desselben, stark vergrössert. *C* Cuticulare Schicht, *B* Sporenballen.

das Aussehen eines Kopfes, zumal sich an ihm hier und da in Form von Haken und Fortsätzen Einrichtungen zum Anheften ausbilden (*Stylorhynchus*). Die Ernährung geschieht endosmotisch durch die äussere Wandung, während die Bewegung auf ein langsames Fortgleiten des sich schwach contrahirenden Körpers beschränkt ist.

Fig. 191.



Coccidium oviforme aus der Leber des Kaninchens, 550fach vergrössert, nach R. Leuckart. *c*, *d* Zustände der Sporenbildung.

Im ausgewachsenen Zustande erscheinen die Gregarinen häufig in zweifacher oder mehrfacher Zahl aneinandergeheftet. Diese Zustände der Verbindung gehen der Fortpflanzung voraus. (Fig. 189.) Die beiden mit der Längsachse hintereinander liegenden Individuen contrahiren sich, umgeben sich mit einer gemeinsamen Cyste und zerfallen nach einem dem Furchungsprocesse ähnlichen Vorgange in einen Haufen kleiner sporenähnlicher Ballen, welche zu spindelförmigen Körperchen (*Pseudonavicellen*) werden. Die in der Umgebung der copulirten Individuen, häufig auch im Umkreise eines einfachen Individuums ausgeschiedene Cyste wird zur *Pseudonavicellencyste*,

Aimé Schneider, Contributions à l'histoire des Gregarines des invertebrés de Paris et de Roscoff. Archives de Zool. expérim., Tom. IV, 1875. G. Balbiani, Leçons sur les sporozoaires. Paris, 1884. Bütschli, Kleine Beiträge zur Kenntniss der Gregarinen. Zeitschr. für wissensch. Zoologie, Tom. XXXV, 1881.

durch deren Platzen die spindelförmigen Körper nach aussen gelangen. Jede Pseudonavicelle erzeugt aus ihrem Inhalte ein amoebenartig bewegliches Körperchen, wie man schon aus Lieberkühn's Beobachtungen an Psorospermien des Hechtes für einzelne Formen schliessen kann. In anderen Fällen (*Monocystis, Gonospora* etc.) entstehen in den Sporen sichelförmige Stäbchen, die bei Ausfall amoeboider Zustände zu Keimen werden. *Monocystis agilis* aus dem Hoden des Regenwurmes. *Gregarina* L. Duf. (*Clepsidrina* Hammersch.) Körper mit flacher Scheidewand und warzenförmig vorspringendem Kopf am Vorderende. Im Jugendzustande fixirt. *Gr. blattarum* v. Sieb. *Gr. polymorpha* Hammersch., im Mehlwurm. *Stylorhynchus* Stein. (Fig. 189.)

Eine grosse Aehnlichkeit mit den Pseudonavicellencysten haben die schon längst als *Psorospermien* bekannten Gebilde aus der Leber der Kaninchen, aus dem Darmschleim, aus den Kiemen der Fische und aus den Muskeln mancher Säugethiere etc., ohne dass man über deren Natur vollständig ins Klare gekommen wäre. Ebenso verhält es sich mit den Miescher'schen oder Rainey'schen Schläuchen (Fig. 190) aus den Muskeln z. B. des Schweines, nicht minder erinnern die *parasitischen Schläuche* von verschiedenen Asseln und Krebsen, welche von Cienkowski als *Amoebidium parasiticum* zu den Pilzen gerechnet werden, durch ihre Fortpflanzungsart an die Gregarinen und deren Cysten.

Als Gregarinen dürften auch die in Zellen des Darmepithels, sowie der Gallengänge von Säugethieren auftretenden *Coccidien* zu betrachten sein. (Fig. 191.) Dieselben verwandeln sich in eiförmige Zoospermien, indem sie eine Kapsel bilden und aus ihrem körnigen Inhalt mehrere Sporen erzeugen. Bei *Coccidium oviforme* aus der Leber des Kaninchens und des Menschen werden immer nur vier Sporen gebildet, die zu sichelförmigen Stäbchen werden.

II. Thierkreis.

Coelenterata, Coelenteraten[1]).

(**Zoophyta,** Pflanzenthiere.)

Radiärthiere von vorherrschend zwei-, vier- oder sechsstrahligem Baue, mit bindegewebigem, oft gallertigem Mesoderm und centraler Verdauungscavität (Gastralraum).

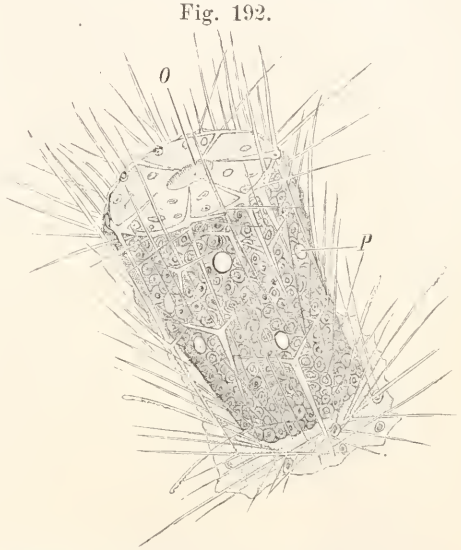
Differente, aus Zellen zusammengesetzte Gewebe und Organe treten zuerst bei den Coelenteraten auf. Neben äusseren und inneren Epithelien finden sich bereits Cuticularbildungen, hornige, kalkige und kieselhaltige Hartgebilde, Muskeln, Nerven und Sinnesorgane.

Die vegetativen Verrichtungen knüpfen sich an die gemeinsame innere Fläche der Gastralhöhle, welche sowohl in ihren centralen als in ihren peripherischen Partien als Magen und Darm (nicht aber als Blutgefässsystem) fungirt. R. Leuckart erkannte zuerst die hohe Bedeutung der gastralen, von ihm als Gastrovascularraum aufgefassten Cavität und benutzte dieselbe zur Trennung der Polypen und Quallen von den Echinodermen, zur

[1]) R. Leuckart, Ueber die Morphologie und Verwandtschaftsverhältnisse niederer Thiere. Braunschweig, 1848.

Auflösung des Cuvier'schen Typus der *Radiaten* in die Typen der *Coelenteraten* und *Echinodermen*. Erst in neuester Zeit überzeugte man sich von der nahen Verwandtschaft der lange Zeit für Pflanzen, dann für Protozoenstöcke gehaltenen Poriferen mit den Polypen und Quallen und nahm dieselben auch in den Kreis der Coelenteraten auf. Während indessen jene als *Cnidaria* durch den Besitz von Nesselorganen und durch höher differenzirte Gewebe ausgezeichnet sind, zeigen die Poriferen oder *Spongiaria* einfachere Gewebsformen bei spongiöser Beschaffenheit ihrer Leibesmasse und entbehren der Nesselkapseln.

Fig. 192.



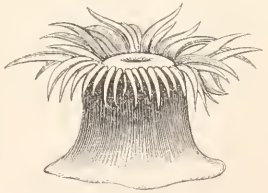
Junger *Sycon*, nach Fr. E. Schulze. *O* Osculum oder Ausströmungsöffnung, *P* Poren der Wand.

Der gesammte Körperbau wird im Allgemeinen mit Recht ein radiärer genannt, wenngleich bei den meisten Spongiarien die strahlige Anordnung nicht hervortritt und auch unter den *Cnidarien* Uebergänge zur bilateralen Symmetrie vorkommen. Meist liegt der Numerus 4 oder 6 für die Wiederholung der gleichartigen Organe im Umkreise der Körperachse zu Grunde.

Die Coelenteraten lassen sich auf die Grundformen 1. der *Spongie*, 2. des *Polypen* und der *Scheibenqualle* oder *Meduse*, 3. der *Rippenqualle* zurückführen.

Die Spongie repräsentirt in ihrer einfachsten Form einen cylindrischen festsitzenden Schlauch mit Ausströmungsöffnung (Osculum) am freien Ende. (Fig. 192.) Die contractile, von Skeletnadeln gestützte Wand wird von zahlreichen kleinen Einströmungsporen durchbrochen, durch welche Wasser und kleine Nahrungskörper in den bewimperten Innenraum hineingelangen. Sowohl durch Verschmelzung ursprünglich gesonderter Individuen, als vornehmlich durch Neubildung mittelst Knospung und Sprossung entstehen sehr verschieden gestaltete, mit complicirtem Canalsystem versehene Spongienstöcke, deren polyzoische Natur an dem Vorhandensein mehrerer Oscula erkannt wird.

Fig. 193.



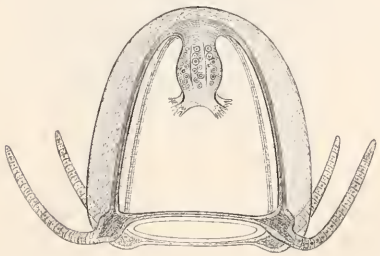
Sagartia nivea, nach Gosse.

Der Polyp (Fig. 193) stellt einen cylindrischen oder keulenförmigen Schlauch dar, welcher an dem hinteren Ende angeheftet ist und an dem entgegengesetzten freien Pole auf einer flachen oder konischen Erhebung, dem Mundkegel, von der Mundöffnung durchbrochen wird. Diese ist von einem oder

mehreren Kreisen von Fangarmen umstellt und führt entweder in einen einfachen cylindrischen Leibesraum (Hydropolyp) oder mittelst eines Mundrohres in einen complicirten Gastrovascularraum (Korallenpolyp). Durch Ausfall der Fangarme entsteht die sogenannte *polypoide* Form, welche sich auf einen einfachen, mit Mund versehenen Hohlschlauch reducirt.

Die frei schwimmende, aus dem Polypen abzuleitende Meduse ist eine abgeflachte Scheibe oder gewölbte Glocke von gallertiger bis knorpeliger Consistenz, an deren unterer Fläche (*Subumbrella*) ein centraler Stiel mit endständiger Mundöffnung herabhängt. Häufig setzt sich dieser Mundstiel in der Umgebung des Mundes in mehrere umfangreiche Lappen und Fangarme fort, während vom Scheibenrande eine grössere oder geringere Anzahl fadenförmiger Tentakeln oder Fangfäden entspringen. Der Centralraum des Leibes, in welchen der hohle Mundstiel einführt, ist die Magenhöhle, von welcher peripherische Taschen, beziehungsweise Radialcanäle, sogenannte Gefässe, nach dem Scheibenrand verlaufen und hier in der Regel durch ein Ringgefäss verbunden sind. Die muskulöse Subumbrella besorgt durch abwechselnde Verengerung und Erweiterung ihres concaven Raumes die Locomotion der Qualle, indem der Rückstoss des Wassers in entgegengesetzter Richtung forttreibend wirkt. (Fig. 194.) Auch die Scheibenqualle reducirt sich oft zu einer vereinfachten Form, der *Medusoide*, welche der Randtentakeln und des Magenstieles entbehrt, auch als Anhang am Körper eines Polypen ohne individuelle Selbstständigkeit auftritt.

Fig. 194.



Meduse der *Podocoryne carnea* mit vier Randtentakeln und Ovarien am Magenstiel, unmittelbar nach der Lostrennung vom Stöckchen.

Trotz der bedeutenden Abweichungen sind Meduse und Polyp Modificationen ein und derselben Grundform, indem die Meduse auf einen abgeflachten, vom Fixationspunkt losgelösten Polypen mit erweitertem Gastralraum und muskulöser Bekleidung der verbreiterten Mundscheibe zurückzuführen ist.

Für die Rippenqualle gilt als Grundform das mit acht Meridianen von Platten (Rippen) besetzte Sphaeroid, welches durch die Schwingungen seiner als kleine Ruder wirkenden Platten im Wasser bewegt wird. (Fig. 195.)

Das Körperparenchym besteht bei den *Spongiarien* vorwiegend aus amoebenartigen Zellen, die häufig Geisseln tragen, niemals aber Nesselkapseln erzeugen. Bei den *Cnidarien* (Polypen und Quallen) entstehen in gewissen Zellen eigenthümliche, als *Nessel-* oder *Angelorgane* bekannte Gebilde. (Fig. 195.) Es sind kleine in Zellen, Cnidoblasten, erzeugte Kapseln mit einer Flüssigkeit und einem langen, spiralig aufgerollten Faden, welcher unter gewissen mechanischen Bedingungen, z. B. unter dem Einflusse des Druckes bei der Berührung, plötzlich, nach Sprengung der Kapsel, hervorschnellt, an dem Gegenstand der Berührung haftet oder mit einem Theile des flüssigen Kapselinhaltes eindringt.

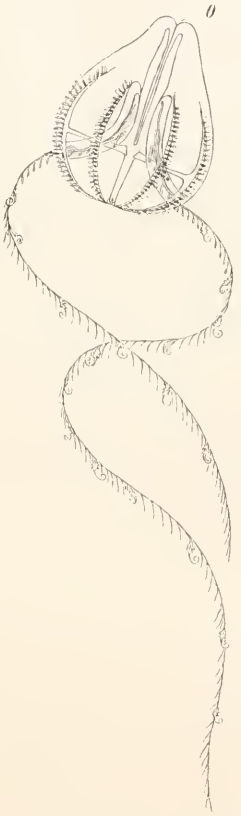
An manchen Körpertheilen, ganz besonders an den zum Fange der Beute dienenden Tentakeln und Fangfäden, häufen sich diese kleinen mikroskopischen Waffen in reichem Maasse an, oft in eigenthümlicher Anordnung zu Batterien von Nesselorganen (*Nesselknöpfe*) vereinigt.

Bei den Rippenquallen oder *Ctenophoren*, welche als dritter Unterkreis zu sondern sind, scheinen die fehlenden Nesselzellen durch sogenannte Klebzellen vertreten.

Sehr allgemein gruppiren sich die Zellengewebe bereits in zwei oder drei Schichten, von denen die äussere als *Ectoderm* die Oberhaut bildet, die innere als *Entoderm* den Gastralraum auskleidet. Zwischen beiden entwickelt sich als *Mesoderm* eine zarte homogene Stützmembran oder stärkere, bindegewebige Zwischenschicht. Diese bringt die Elemente des Skelets in sich hervor, welches eine sehr verschiedene Beschaffenheit zeigen kann.

Muskeln werden zunächst in der Tiefe des Ectoderms als Ausläufer von Zellen (sogenannte Neuromuskelzellen) gebildet, rücken nicht selten aber als selbstständige Zellgebilde in das Mesoderm hinein. Auch Sinnesepithelien, Nervenfibrillen und Ganglienzellen treten als Differenzirungen im Ectoderm auf. Die Wimpern tragenden Entodermzellen haben vorwiegend eine Beziehung zur Verdauung und Ausscheidung.

Fig. 195.



Cydippe (*Hormiphora*) *plumosa*, nach Chun. *O* Mund.

Fig. 196.

Nesselkapseln und Cnidoblasten von *Siphonophoren*. *a* und *b* mit dem Cnidocil der Zelle, *c* bis *e* nach Sprengung der Kapsel mit dem ausgetretenen Faden.

Bei der im Ganzen gleichartigen Beschaffenheit der Gewebe erscheint die *ungeschlechtliche* Fortpflanzung durch Knospung und Theilung sehr verbreitet. Bleiben die so erzeugten Einzelformen vereinigt, so entstehen die bei Spongien und Polypen so verbreiteten *Thierstöcke*, welche bei fortgesetzter Vermehrung ihrer Individuen im Laufe der Zeit einen sehr bedeutenden Umfang

erreichen können. Ueberall aber tritt auch die *geschlechtliche* Fortpflanzung hinzu, indem in den Geweben des Leibes, meist in der Umgebung des Gastrovascularraumes, an ganz bestimmten Stellen des Leibes Eier oder Samenfäden erzeugt werden. In der Regel treffen die Eier erst ausserhalb ihres Entstehungsortes mit den Samenfäden zusammen, sei es schon in dem Leibesraum, sei es ausserhalb des mütterlichen Körpers in dem Seewasser. Selten nehmen die beiderlei Zeugungsstoffe in dem Körper desselben Individuums ihre Entstehung, wie z. B. bei vielen *Spongien*, einigen *Anthozoen* und den hermaphroditischen Rippenquallen. Für die stockbildenden Cnidarien gilt im Allgemeinen die monöcische Vertheilung der Geschlechter als Regel, indem die Individuen des gleichen Stockes theils männlich, theils weiblich sind. Diöcisch sind z. B. *Veretillum*, *Diphyes*, *Apolemia*.

Die Entwicklung der Coelenteraten beruht in der Regel auf einer Metamorphose. Die aus dem Ei schlüpfenden Jungen weichen von dem Geschlechtsthiere in Form und Bau des Leibes ab und durchlaufen *Larvenzustände*. Die meisten verlassen das Ei in Gestalt einer flimmernden Larve von fast infusorienartigem Aussehen, erhalten später Mund und Gastralraum, sowie Organe zum Nahrungserwerb, sei es unter den Bedingungen einer freien Locomotion, sei es nach ihrer Anheftung an festen Gegenständen im Meere. Gewinnen die von dem Geschlechtsthiere verschiedenen Jugendzustände zugleich die Fähigkeit der Sprossung und Knospung, so führt die Entwicklung zu verschiedenen Formen des *Generationswechsels*.

Bei dem gegenwärtigen Stande des Wissens erscheint es am richtigsten, die Coelenteraten in die drei Unterkreise der *Spongiaria*, *Cnidaria* und *Ctenophora* einzutheilen.

I. Unterkreis. Spongiaria[1]) = Poriferi.

Von schwammiger Consistenz des Körpers, mit amoeboid beweglichen, von einem festen Kiesel-, Kalk- oder Hornskelet gestützten Zellcomplexen, mit äusseren Hautporen, einem inneren Canalsystem und einer oder zahlreichen Auswurfs-

[1]) Literatur: G. D. Nardo, System der Schwämme. Isis, 1833 und 1834. Grant, Observations and Experiments on the struct. and funct. of Sponges. Edinb phil. Journal, 1825—1827. Bowerbank, On the Anatomy and Physiology of the Spongiadae. Philos. Transact., 1858 und 1862. Lieberkühn, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Spongillen. Müller's Archiv, 1856; ferner zur Anatomie der Spongien, ebendaselbst 1857, 1859, 1863, 1865, 1867. O. Schmidt, Die Spongien des adriatischen Meeres. Leipzig, 1862; nebst Supplementen. Leipzig, 1864, 1866, 1868. Derselbe, Die Spongienfauna des mexikanischen Meerbusens und des caraibischen Meeres. Jena, 1880. E. Haeckel, Die Kalkschwämme. 3 Bde. Berlin, 1872. Fr. E. Schulze, Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Zeitschr. für wiss. Zool., 1876—1881. Derselbe, Report on the Hexactinellidae. Challenger Exp. Rep., Vol. XXI, 1887. Polejaeff, Report on the Calcarea. Challenger Exp. Rep., Vol. VIII, 1883. C. Heider, Zur Metamorphose der Oscarella lobularis. O. Schm. Arbeiten aus dem zool. Institut, Tom. VI. Wien, 1885. Vergl. ferner die Arbeiten von Zittel, Barrois, Marshall, Lendenfeld u. A.

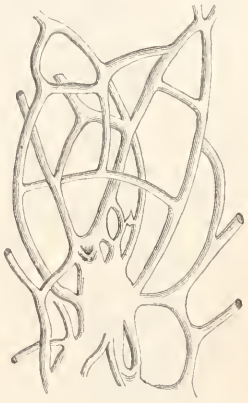
öffnungen (Oscula). Das primäre Osculum entspricht dem aboralen Pole der Larve, welche sich am Pole des obliterirten Urmundes festsetzt.

Die Spongien werden gegenwärtig fast allgemein als *Coelenteraten* betrachtet. Dieselben bestehen aus einem sehr beweglichen Gewebe, welches meist durch ein festes, aus Fäden und Nadeln zusammengefügtes Gerüst gestützt ist. An der äusseren Peripherie sind grössere und kleinere Oeffnungen, im Innern der Masse ein System von Canälen und Räumen vorhanden, in welchen durch die Schwingungen von Cilien eine continuirliche Strömung des Wassers unterhalten wird. Amoebenartige Zellen, netzförmige Sarcodehäute, Geisselzellen, Spindelzellen, Eier und Samenfäden, sowie geformte Zellausscheidungen treten als die histologischen Elemente des Spongienkörpers auf. Die ersteren bilden die Hauptmasse des contractilen Parenchyms und sind körnchenreiche bewegliche Zellen, welche nach der Art der Amoeben, ohne eine feste äussere Membran zu besitzen, Fortsätze ausstrecken und wieder einziehen, auch fremde Gegenstände in sich aufnehmen können. (Fig. 197.) Ein Nervensystem ist noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen worden, ebensowenig Sinnesorgane irgend welcher Art.

Fig. 197.

Amoebenartige Zelle von *Spongilla*.

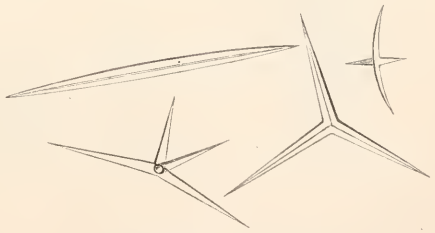
Fig. 198.



Stück des Hornfasernetzes von *Euspongia (Hippospongia) equina*.

Das feste Gerüst oder Skelet, welches wir nur bei weichen Gallertschwämmen oder *Myxospongien* vermissen, setzt sich entweder aus Hornfasern oder Kiesel- und Kalknadeln zusammen. Die Hornfasern bilden ohne Ausnahme Netze und Geflechte von sehr verschiedener Dicke und zeigen meist eine blätterige, auf Schichtung hinweisende Structur. (Fig. 198.) Sie entstehen durch Ausscheidungen als erhärtende Sarcodetheile. Die Kalknadeln (Fig. 199) sind einfache oder drei- und vierstrahlige Spicula und nehmen wie die Kieselgebilde im Innern von Zellen ihren Ursprung. Diese aber bieten eine ausserordentliche Mannigfaltigkeit von Formen und sind theils zusammenhängende Gerüste von Kieselfasern, theils freie Kieselkörper, mit einfachem oder verästeltem Centralcanale. (Fig. 201.) Als solche treten sie in der Form von Nadeln, Spindeln, Walzen, Haken, Ankern, Rädern und Kreuzen auf und entstehen in Zellen vielleicht durch Umlagerung einer organischen Erhärtung (Centralfaden).

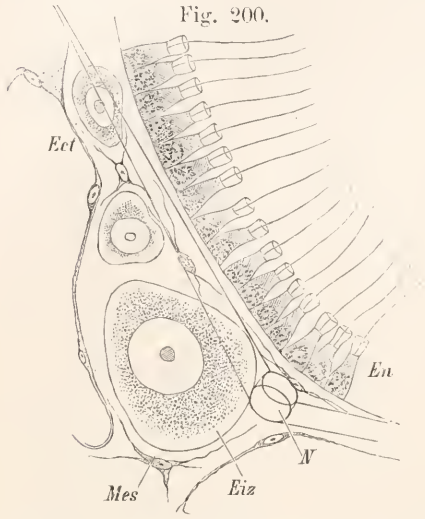
Fig. 199.



Kalknadeln von *Syconen*.

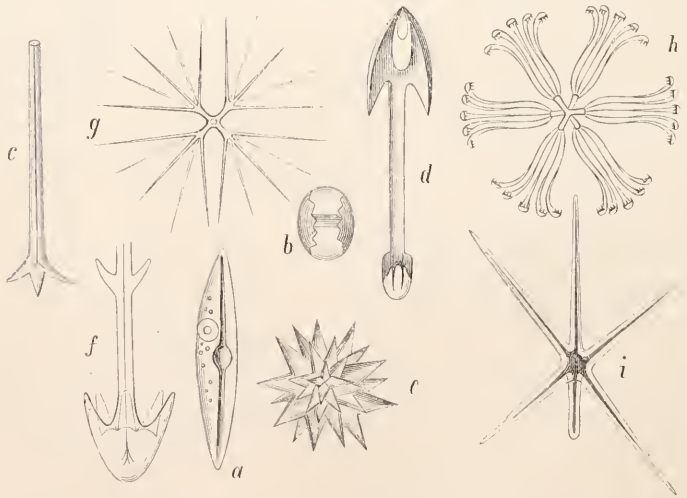
Zum Verständniss der morphologischen Gestaltung hat man von dem aus der festgesetzten Larve hervorgegangenen jungen Spongienkörper auszugehen, welcher nach Bildung eines bewimperten Gastralraumes nebst Auswurfsöffnung oder Osculum einen einfachen Hohlschlauch repräsentirt, dessen Wand zur Einfuhr kleiner, im Wasser suspendirter Nahrungskörper von Poren durchbrochen ist. (Fig. 192.) An demselben unterscheidet man ein aus hohen Geisselzellen gebildetes Entoderm und eine Zellenschicht, welche durch die Einlagerung von Spindelzellen an Bindegewebe erinnert und äusserlich noch von einem Plattenepithel bekleidet wird. Die Cylinderzellen des Entoderms besitzen am freien Ende im Umkreise der Geissel eine zarte hyaline Randmembran, welche, als Fortsetzung des hyalinen Plasmas

Fig. 200.



Schnitt durch einen Kalkschwamm (*Sycon raphanus*), nach F. E. Schulze. *Ect* Ectoderm, *En* Entoderm einer Geisselkammer, *Mes* Mesoderm, *N* Kalknadel in demselben, *Eiz* Eizelle.

Fig. 201.



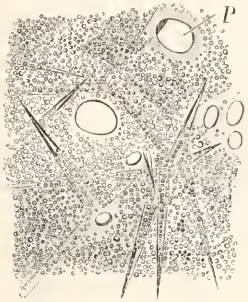
Kieselkörper verschiedener Kieselspongien. *a* Kieselnadel von *Spongilla* innerhalb der Zelle. *b* Amphidiscus einer Gemmula von *Spongilla*, *c* Anker von *Ancorina*, *d* Kieselhaken einer *Esperia*, *e* Stern von *Chondrilla*, *f* Ankerknopf von *Euplectella aspergillum*, *g*, *h* Strahlennadeln derselben, *i* sechsarmige Nadel derselben mit Centralcanal.

entstanden, wie ein Hohlcylinder vorsteht und den protoplasmatischen Kragen[1]) gewisser Flagellaten (Cylicomastiges) wiederholt. Die mächtige Schicht, in

[1]) Der Grund, weshalb Clark die Spongien als nächste Verwandte der Flagellaten (Choanoflagellaten) deutete und für grosse Flagellatencolonien erklärte.

welcher die Skeletnadeln erzeugt werden, besteht aus einer hyalinen Grundsubstanz mit eingebetteten, unregelmässig verästelten, beziehungsweise spindelförmigen amoeboiden Zellen und kann wie die Gallertsubstanz der Acalephen als Mesoderm betrachtet werden, während das äussere leicht nachweisbare Plattenepithel als Ectoderm aufzufassen ist. (Fig. 200.)

Fig. 202.



Stück der Hautschicht von *Spongilla* mit den Poren (*P*), nach Lieberkühn.

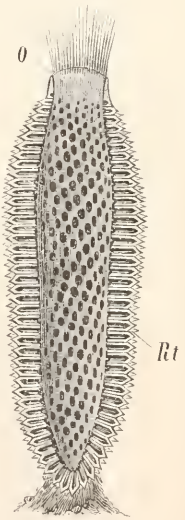
Fig. 203.

Schnitt durch einen Asconidenstock, schematisch nach E. Haeckel.

Die für den Spongienkörper so charakteristischen Poren oder Einströmungsöffnungen sind im Grunde nichts als intercelluläre Lücken, können sich schliessen, verschwinden und durch neu sich bildende Poren ersetzt werden. (Fig. 202.)

Unter den Kalkschwämmen wird die einfache, mit Hautporen versehene Spongie mit endständigem Osculum (*Olynthus*-Form) durch die stockbildende, aus zahlreichen Hohlcylindern zusammengesetzte *Leucosolenia* (*Grantia*) repräsentirt, deren Bau bereits von Lieberkühn dargestellt wurde. (Fig. 203.) Complicirter gestaltet sich der Leibesraum bei den *Syconiden*, deren Centralhöhle peripherische, von Geisselzellen ausgekleidete Nebenräume oder Radialtuben ausbildet, in welche die Einströmungsöffnungen einmünden. (Fig. 204.) Bei anderen Kalkspongien (*Leuconiden*) gestalten sich die radialen Canäle zu unregelmässigen, nach der Peripherie verästelten Parietalcanälen mit erweiterten Geisselkammern (Fig. 205.) Dieser Bau des inneren Canalsystems wiederholt sich bei den übrigen Kieselschwämmen.

Fig. 204.



Längsdurchschnitt eines *Sycon raphanus*, schwach vergrössert. *O* Osculum mit Nadelkragen, *Rt* die Radialtuben, welche sich in die Centralhöhle öffnen.

Complicirter werden die Spongienformen durch Stockbildung, indem die ursprünglich einfache, aus einer einzigen Wimperlarve hervorgegangene Spongie auf dem Wege der Knospung, Sprossung und unvollständigen Theilung einen polyzoischen Schwammkörper erzeugt, oder indem mehrere ursprünglich gesonderte, aus je einer Larve entstandene Formen durch Verschmelzung zu einem zusammenhängenden Schwammcomplexe ver-

wachsen. (Fig. 206.) Beiderlei Wachsthumsvorgänge wiederholen sich in ganz ähnlicher Weise und in denselben Modificationen bei den Polypenstöcken. Wie die fächerförmigen Netze der sogenannten Fächerkoralle (*Rhipidogorgia flabellum*) durch vielfache Verwachsung von Aesten unter Anastomosirung ihrer Gastrovascularräume entstehen, so bilden sich auch hier aus verästelten Spongien (Fig. 207) netzförmige und selbst knäuelförmig verschmolzene, aber auch massige Stöcke. (Fig. 208.) Hier gewinnt das Canalsystem, an welchem sich die für die Einzelschwämme hervorgehobenen Abweichungen wiederholen.

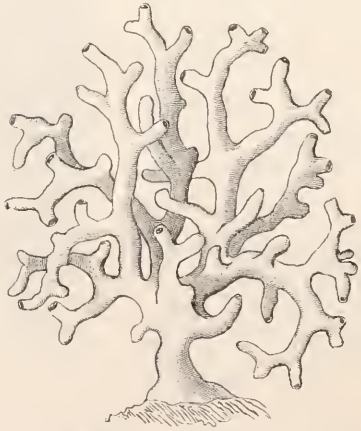
Fig. 205.

Schnitt aus *Corticium candelabrum*, nach Fr. E. Schulze. Sehr starke Vergrösserung. *Gk* Geisselkammern.

Fig. 206.

Axinella polypoides, nach O. Schmidt.

Fig. 207.



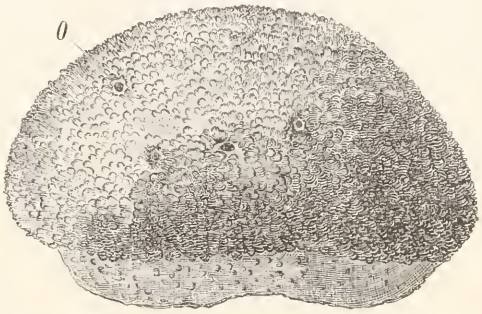
Ein verästelter Asconidenstock nach E. Haeckel.

eine grössere Complication, theils durch Anastomosenbildung, theils dadurch, dass unregelmässige Lücken und verschlungene Gänge als Interparietalcanäle zwischen den verwachsenen Stockästen hinzutreten und Räume bilden, welche in die wimpernden Canäle einführen.

Die Fortpflanzung erfolgt vornehmlich auf ungeschlechtlichem Wege durch Theilung und Knospung, sowie durch Erzeugung von Keimkörpern,

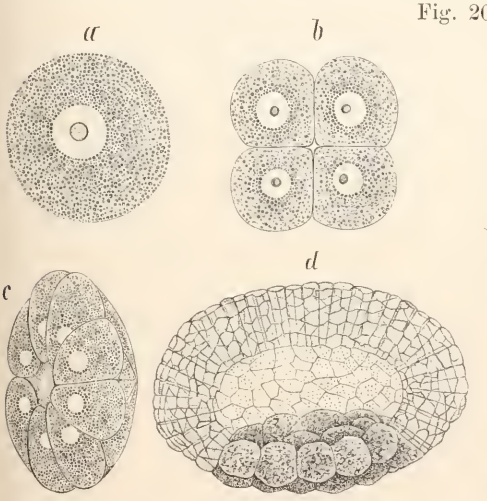
Gemmulae, aber auch durch Bildung von Eiern und Samenkapseln. Die Gemmulae oder Keimchen sind bei den Süsswasserspongillen Haufen von Schwammzellen, welche sich mit einer festen, aus Kieselgebilden (*Amphidisken*) zusammengesetzten Schale umgeben und, encystirten Protozoen vergleichbar, in einem längeren Zustande der Ruhe und Unthätigkeit verharren. Nach Ablauf der kalten sterilen Jahreszeit kriecht der Inhalt aus der Oeffnung der Kapsel hervor, umfliesst gewöhnlich die letztere und differenzirt sich mit fortschreitendem Wachsthum in alle wesentlichen Theile eines neuen kleinen Schwammkörpers. Auch bei Meeresschwämmen ist die Vermehrung durch Gemmulae verbreitet. Dieselben entstehen unter gewissen Bedingungen als kleine, von einer Haut umschlossene Kügelchen, deren Inhalt im Wesentlichen aus Schwammzellen und Nadeln gebildet ist und nach längerer oder kürzerer Zeit der Ruhe nach Zerreissen der Haut austritt.

Fig. 208.



Euspongia officinalis adriatica mit einer Anzahl Oscula (*O*), nach Fr. E. Schulze.

Fig. 209.



Entwicklung des *Sycon raphanus*, nach Fr. E. Schulze. *a* Reifes Ei. *b* Stadium mit vier Furchungszellen, *c* sechzehnzelliges Furchungsstadium, *d* Blastosphaera, *e* freischwimmende Larve, die eine (entodermale) Körperhälfte aus hohen Geisselzellen, die andere (ectodermale) aus grossen körnchenreichen Zellen gebildet.

Die geschlechtliche Fortpflanzung wurde von Lieberkühn zuerst bei *Spongilla* mit Sicherheit festgestellt, neuerdings aber fast in sämmtlichen Spongiengruppen nachgewiesen. Meist entstehen Samen und Eier in demselben Schwamm, gelangen aber zu verschiedenen Zeiten zur Reife.

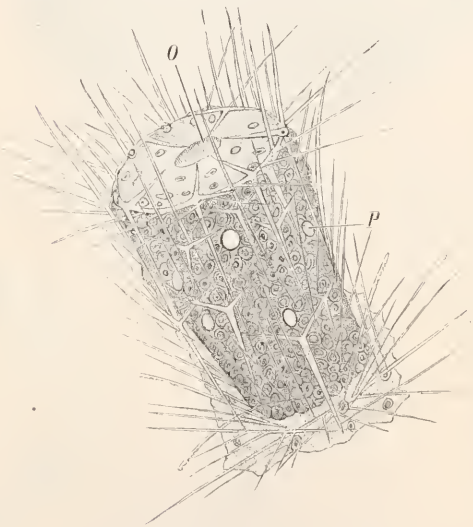
Die Samenfäden sind stecknadelförmig und liegen in kleinen, von Zellen ausgekleideten Räumen. Eier sowohl als Samenfäden entstehen im Mesoderm.

erstere, indem sich einzelne Zellen desselben vergrössern und abrunden. Die Eier sind nackte, amoebenartig bewegliche Zellen und gelangen in das Canalsystem, während sie bei den lebendig gebärenden *Syconen* im Mesoderm verweilen und hier ihre Entwicklung durchlaufen. Erst später fallen dann die bewimperten Embryonen oder Larven in das Canalsystem, schwärmen aus und setzen sich fest, um sich in einen jungen Spongienkörper umzubilden.

Die Embryonalentwicklung ist am genauesten für die Syconen unter den Kalkschwämmen durch Fr. E. Schulze und Barrois, sodann für *Halisarca* (*Oscarella*) *lobularis* durch C. Heider bekannt geworden.

Nach Vollendung der ziemlich äqualen Furchung (Fig. 209, *a—c*) tritt bei *Sycon* (*Sycandra*) *raphanus* eine Blastula auf, deren grössere Hälfte aus hellen Cylinderzellen gebildet wird, während der kleinere Abschnitt aus grossen, dunkelkörnigen Zellen besteht. (Fig. 209 *d*.) Indem die ersteren Geisselhaare gewinnen, wird der aus dem Leibesraume der Spongie austretende Embryo zu einer frei schwärmenden Larve, welche sich in der Weise umgestaltet, dass die dunklen Zellen den sich einstülpenden Kugelabschnitt mit den Geisselzellen überwachsen. Jene liefern das Ectoderm und Mesoderm, diese werden zum Entoderm der Gastralhöhle. Die Festheftung erfolgt an der Einstülpungsöffnung (Gastrulamund). Später wird der Schwammkörper cylindrisch, das Osculum kommt am aboralen Pole zum Durchbruch, und Kalknadeln treten in der von Poren durchbrochenen Wand auf. (Fig. 210.)

Fig. 210.



Junger *Sycon*, nach Fr. E. Schulze *O* Osculum oder Ausströmungsöffnung, *P* Poren der Wand.

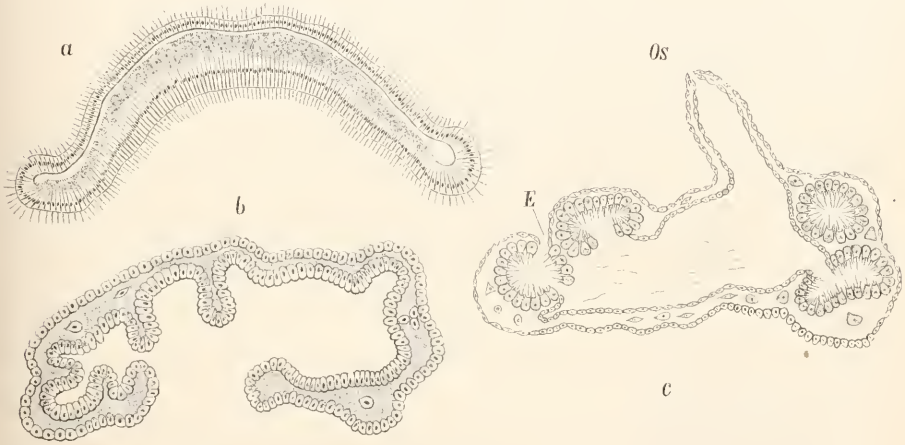
In anderen Fällen wie bei *Halisarca lobularis* wird die frei schwimmende Blastula durch Einstülpung zu einer Gastrula, die sich an den Rändern des weiten Blastoporus festheftet. (Fig. 211 *a*.) Während dieser sich verengt, um sich später ganz zu schliessen, wird zwischen Ectoderm und Entoderm eine flüssige Gallerte ausgeschieden, in welche (wohl vom Entoderm) Zellen einwandern und mit jener das Mesoderm darstellen. Durch radiäre Ausstülpungen des Gastralraumes entstehen die Geisselkammern und an deren Oberfläche Durchbrechungen, die Poren (Fig. 211 *b*). Schliesslich bricht am aboralen Pole auf einem röhrenförmigen Fortsatz das Osculum durch (Fig. 211 *c*), und der junge Sycon ist gebildet.

Uebrigens bestehen in der Entwicklungsweise der Spongien grosse Verschiedenheiten, die noch keineswegs genügend verstanden sind. Nicht selten

ist die Larve unterhalb des mit Geisseln bekleideten Epithels dicht mit Zellenmaterial erfüllt.

Mit Ausnahme von *Spongilla* gehören die Spongien dem Meere an, wo dieselben in weiter Verbreitung angetroffen werden. In geringen Tiefen leben die Hornschwämme, sowie die Myxospongien und Kieselhornschwämme, in sehr bedeutenden Tiefen die Hexactinelliden. Auch finden sich in älteren Formationen, namentlich in der Kreide, petreficirte Ueberreste von Spongien erhalten, die von den meisten gegenwärtig lebenden sehr verschieden sind. Dagegen stimmen die Glasschwämme der Tiefsee so sehr mit Formen der Vorwelt überein, dass sie als unmittelbare Fortsetzung der letzteren erscheinen. Uebrigens reichen viele der Hauptgruppen bis in das paläolithische Zeitalter zurück, in welchem vornehmlich Lithistiden und Hexactinelliden schon in den ältesten silurischen

Fig. 211.



Schnitte durch drei Entwicklungsstadien von *Halisarca (Oscarella) lobularis*, nach C. Heider. *a* Gastrula nach deren Festsetzen, *b* Bildung des Mesoderms, *c* Bildung des Osculums (*Os*) und der Geisselkammern, *E* Porus einer solchen.

Schichten angetroffen werden. Daher liefert die Paläontologie für die Beurtheilung der phylogenetischen Entwicklung der Spongien keinerlei Anhaltspunkte.

I. Classe. Spongia, Spongien.

Mit den Charakteren der Spongiarien.

1. Ordnung: *Calcispongiae*, Kalkschwämme. Meist farblose, selten rothgefärbte Spongien und Spongienstöcke, deren Skelet aus Kalknadeln besteht. Entweder sind dieselben einfache Nadeln oder dreiarmige oder vierarmige Kreuznadeln. Sehr häufig aber treten zwei oder alle drei Nadelformen in derselben Spongie auf.

Fam. *Asconidae* (*Leucosolenidae*, Asconen), Kalkschwämme mit einfachen Porengängen der Wandung. *Grantia* Lk. (*Leucosolenia* Bbk.) Wird nach der Gestaltung der Kalknadeln oder Spicula von E. Haeckel in die sieben Schemen *Ascyssa*, *Ascetta*, *Ascilla*,

Ascortis, Asculmis, Ascaltis, Ascandra eingetheilt. *Gr. botryoides* Lk. (*Ascandra complicata* E. Haeck.), Helgoland, mit *Gr. Lieberkühnii* O. S. aus dem Mittelmeer und der Adria nahe verwandt.

Fam. *Leuconidae* (Leuconen), Kalkschwämme mit dicker Wandung, welche von verästelten Canälen durchsetzt wird. *Leuconia* Grt. Wird von E. Haeckel nach der Gestaltung der Kalknadeln in die sieben Schemen *Leucyssa, Leucetta, Leucilla, Leucortis, Leuculmis, Leucaltis, Leucandra* eingetheilt. *L.* (*Leucetta*) *primigenia* E. Haeck.

Fam. *Syconidae* (Syconen). Meist solitäre Kalkschwämme mit dicker Wandung, welche von geraden Radialtuben durchsetzt wird. Die letzteren springen an der Oberfläche als kegelförmige Erhebungen der Wandung vor. *Sycon* Risso. Wird von E. Haeckel in die sieben Schemen *Sycyssa, Sycetta, Sycilla, Sycortis, Syculmis, Sycaltis, Sycandra* eingetheilt. *S.* (*Sycandra*) *raphanus* O. S., Adria. (Fig. 204.)

2. Ordnung: *Fibrospongiae*, Faserschwämme. Ohne Skelet oder mit hornigen oder kieseligen Skelettheilen.

1. Unterordnung: *Myxospongia*, Gallertschwämme. Weiche fleischige Schwämme ohne jegliches Skelet, mit hyalinem gallertigen und oft von Fasersträngen durchsetzten Mesoderm. Die ziemlich hohen Ectodermelemente sind Geisselzellen.

Fam. *Halisarcidae. Halisarca* Duj. *H. lobularis* O. S., von dunkelvioletter Farbe, Steine krustenartig überziehend. Sebenico. *H. Dujardinii* Johnst. bildet weisse Ueberzüge auf Laminarien der Nordsee.

2. Unterordnung: *Ceraospongia*, Hornschwämme. Meist verästelte oder massige, zuweilen rindenähnliche Spongienstöcke mit einem Hornfasergerüst, in welchem auch Kiesel- und Sandkörper als fremde Einschlüsse auftreten.

Fam. *Spongiadae. Euspongia* O. S. Mit sehr elastischem, gleichmässig starkem Fasergerüst, meist als Wasch- und Badeschwämme verwendbar. *E. adriatica* O. S. (Fig. 208), (*Hippospongia*) *equina* O. S., Pferdeschwamm von Leibform, *zimocca* O. S., im griechischen Archipel, *molissima* O. S., Levantinerschwamm von Becherform. *Spongelia elegans* Nardo. *Aplysina aërophoba* Nardo.

3. Unterordnung: *Halichondriae*, Kieselhornschwämme. Sehr verschieden gestaltete Spongien mit vorwiegend einachsigen Kieselnadeln, einfachen Kieselspicula, welche durch zarte oder festere Plasmaumlagerungen verbunden, beziehungsweise netzförmig angeordnet oder in Spongienfasern eingeschlossen liegen.

Fam. *Chrondrosidae* (*Gummineae*), Lederschwämme. *Chrondrosia reniformis* Nardo. Ohne Kieselkörper, mit Fasern in dem Mesodermgewebe.

Fam. *Renieridae*, Spongien von geringer Consistenz mit kurzen Nadeln. *Reniera porosa* O. S.

Fam. *Spongillidae*. Massig oder verästelt, mit einfachen, durch Sarcodeumlagerung verbundenen Nadeln. *Spongilla fluviatilis* Lk., *Sp. lacustris* Lk. Süsswasserspongien.

Fam. *Suberitidae*. Schwämme von massiger Form mit geknöpften Kieselnadeln, die in der Regel in netzartigen Zügen angeordnet sind. *Suberites* Nardo. *S. domuncula* Nardo, Adria, Mittelmeer. *Vioa typica* Nardo, der Bohrschwamm, an Austerschalen.

Fam. *Chalinopsidae*. Derbere strauchförmige Schwämme mit Kieselskelet und mit oder ohne Fasergewebe. *Axinella polypoides* O. S., Adria (Fig. 206), *Clathria coralloides* O. S., Adria. Verwandt sind *Esperia* Nardo und *Myxilla* O. S.

4. Unterordnung: *Lithospongiae*, Steinschwämme, Kieselschwämme von derber Consistenz, mit vierstrahligen Kieselgebilden (*Tetractinellidae*).

Fam. *Geodiidae*. Rindenschwämme mit Ankernadeln und mit Kieselgebilden in der Rinde. *Geodia gigas* O. S., Quarnero.

5. Unterordnung: *Hyalospongiae*, Glasschwämme. Spongien mit einem festen, oft hyalinen Gitterwerk von Kieselnadeln, die den sechsstrahligen Typus zur vollen Ausprägung bringen (*Hexactinelliden*) und durch geschichtete Kieselsubstanz verkittet sein können.

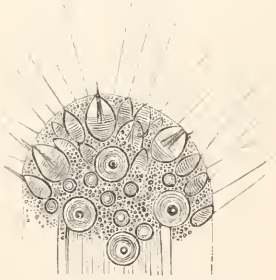
Fam. *Hexactinellidae*, Glasschwämme. Mit zusammenhängenden Kieselgerüsten und geschichteten, sechsstrahlige Kieselkörper verkittenden Fasernetzen von Kieselsubstanz, häufig mit isolirten Nadeln und Büscheln von Kieselhaaren zur Befestigung. Leben grossentheils in bedeutenden Tiefen und sind den fossilen *Ventriculitiden* verwandt. *Dactylocalyx* Bbk. *Euplectella* Owen. *E. aspergillum* Ow., Philippinen. Im Leibesraume des Glasschwammes leben Aega spongiphila und ein kleiner Palaemon. *Hyalonema Sieboldii* Gray, Japan. *H. boreale* Lovén, Nordmeer.

II. Unterkreis. Cnidaria = Coelenterata s. str. [1], Nesselthiere.

Mit endständigem, am Oralpole der Larve entstandenem Mund und Nesselkapseln in den Epithelialgeweben von Polypen- oder Medusenform.

Die Cnidarien repräsentiren die Coelenteraten im engeren Sinne, in deren Bau die radiäre Gliederung strenger durchgeführt erscheint. Die amoeboide Zelle tritt als selbstständige, für die Bewegung und Ernährung bedeutungsvolle Gewebseinheit mehr zurück, wenngleich die Entodermzelle noch nach Art der Amoebe feste Körper aufzunehmen vermag. Porensysteme der Haut zur Einführung von Nahrungskörpern fehlen, während eine der Lage nach dem Blastoporus entsprechende Mundöffnung die Nahrungsaufnahme besorgt. Sehr allgemein treten als Erzeugnisse von Epithelzellen vornehmlich im Ectoderm, jedoch auch im Entoderm Nesselkapseln auf. Jede Nesselzelle (*Cnidoblast*), welche aus ihrem Inhalt eine Nesselkapsel zur Reife gebracht, besitzt einen feinen oberflächlichen Plasmafortsatz (*Cnidocil*), der wahrscheinlich für den Reiz mechanischer Berührung sehr empfindlich ist und zur Sprengung der Kapsel Anlass gibt. Nicht selten finden sich die Cnidoblasten an gewissen Stellen dicht gehäuft

Fig. 212.



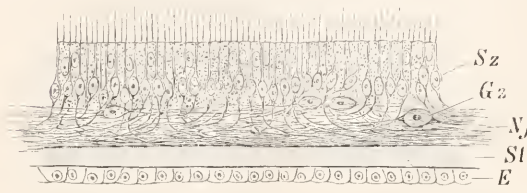
Nesselwulst am Tentakelende einer *Scyphostoma*.

[1] M. Edwards et J. Haime, Histoire naturelle des Corailliaires, 3 Tom. Paris, 1857—1860. L. Agassiz, Contributions of the Naturel History of the United States of America, Vol. III—IV, 1860—1862. G. J. Allman, A Monograph of the gymnoblastic or Tubularian Hydroids, 2 vol. London, 1871—72. R. Leuckart, Zoologische Untersuchungen I, Giessen, 1853; ferner: Zur näheren Kenntniss der Siphonophoren von Nizza. Archiv für Naturgesch., 1854. C. Claus, Ueber Halistemma tergestinum, Arbeiten aus dem zool. Institut der Universität Wien. E. Haeckel, System der Medusen. Jena, 1880 und 1881.

und bilden wulstförmige Anschwellungen, Nesselwülste oder Nesselknöpfe. (Fig. 212.)

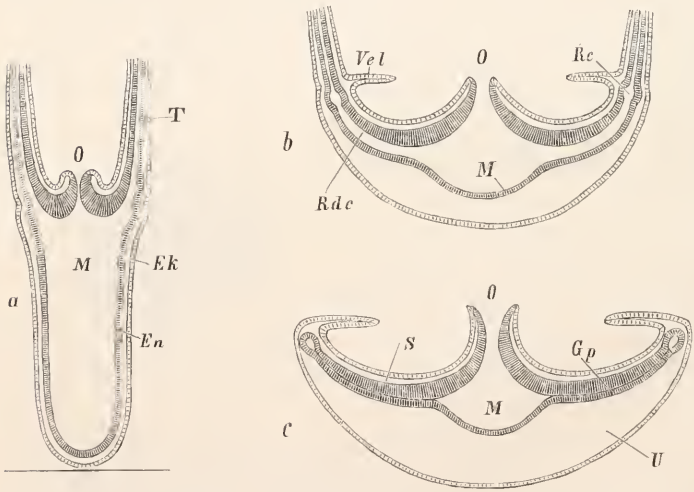
Auch die Differenzirung der Gewebe und Organe zeigt sich den Spongiarien gegenüber, in deren Geweben Cnidoblasten nicht gefunden werden, bei den Cnidarien höher vorgeschritten. Insbesondere treten im Ectoderm Sinneszellen, nicht selten als specifische Sinnesorgane gruppirt, sodann Nervenzellen und Nervenfasern auf. Die letzteren bilden dann oft eine tiefere Schicht von Faserzügen unterhalb der oberflächlichen Ectodermlage, von der sie als Ausläufer von Sinneszellen ihren Ursprung nehmen. (Fig. 213.) Bei vielen Medusen, den *Craspedoten* und *Charybdeen*, findet sich ein doppelter oder einfacher Nervenring in der Nähe des Scheibenrandes, während bei den Polypen (*Actinien*) die Nervenfasern in mehr unregelmässiger Vertheilung auftreten.

Fig. 213.



Längsschnitt durch den Ringnerven von *Charybdea*. *Sz* Sinneszellen des Ectoderms, *Gz* Ganglienzellen, *Nf* Nervenfasern, *Stl* Stützlamelle, *E* Entodermzellen.

Fig. 214.



Schematische Längsschnitte des Hydropolypen und der aus demselben abzuleitenden Hydromeduse. *a* Hydropolyp, *O* Mund, *T* Tentakel, *M* Magenraum, *Ek* Ektoderm, *En* Entoderm; *b* Hydromeduse im Durchschnitt zweier Radiärcanäle *Rdc*, *Rc* Ringcanal, *O* Mund, *Vel* Velum; *c* Durchschnitt durch zwei intermediäre Radien, *Gp* Gefässplatte, *S* Subumbrella, *U* Umbrella.

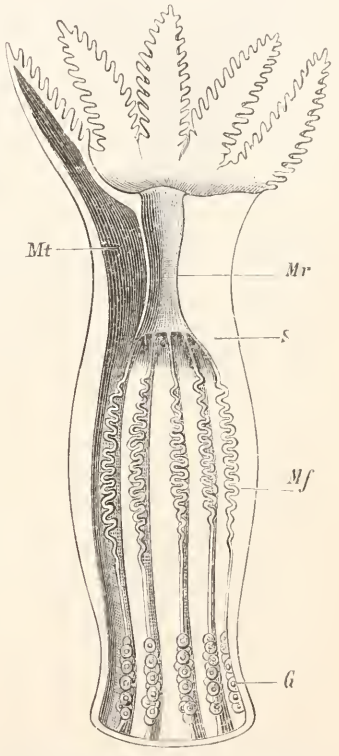
Die für die Cnidarien charakteristischen Formen sind der *Polyp* und die *Scheibenqualle*, welche beide wiederum in zwei verschiedenen, einander correspondirenden Modificationen auftreten. Die einfachere Polypenform ist die des *Hydropolypen*, wie sie in dem Süsswasserpolypen (*Hydra*) zur Erscheinung kommt, ein am aboralen Pole festgehefteter Schlauch mit Fangarmen im Umkreis des Mundes, mit cylindrischer, in die Fangarme sich fortsetzender, vom Entoderm bekleideter Gastralhöhle und structurloser, zwischen Ectoderm und Entoderm ausgeschiedener Stützlamelle. (Fig. 214 *a*.)

Einen complicirteren Bau besitzt der *Korallenpolyp* durch das Vorhandensein eines Schlundrohres und 4, 6, 8 um dasselbe gebildete taschenförmige Aus-

stülpungen der Gastralhöhle. Diese werden durch mesodermale Fortsätze der Leibeswand getrennt, welche sich als in die Gastralhöhle hineinragende, mit Mesenterialfilamenten besetzte Scheidewände bis zum aboralen Pole fortsetzen. (Fig. 215.)

Die Scheibenqualle tritt entweder als *Hydromeduse* (*craspedote Meduse*) oder als *Scyphomeduse* (*Acalephe*) auf. Die erstere ist auf den an die freischwimmende Lebensweise angepassten Hydropolypen zurückzuführen, der auch im Jugendzustande der Hydromedusen-Entwicklung wiederkehrt. Unter beträchtlicher Verkürzung der Längsachse und Verbreiterung der Querdimensionen hat sich der aborale, vom Fixationspunkt losgelöste Theil kuppelförmig gerundet und schirmartig (Umbrella) ausgedehnt, während die Mundscheibe zur contractilen und von einem muskulösen Velum umsäumten, concav ausgehöhlten Subumbrella verbreitert ist, in deren Mitte sich die Umgebung des Mundes oft stilartig (Mundstil) erhebt. (Fig. 214 *b*.) Den Fangarmen des Polypen entsprechen die Randfäden oder Tentakeln am Scheibenrand, der Stützmembran die mächtig verdickte elastische Gallertscheibe der Umbrella, sowie die meist festere Gallertplatte der Subumbrella, der dort einfachen Gastralhöhle die complicirter gestaltete, durch partielle Verschmelzung der oralen und aboralen Entodermbekleidung (*Gefässplatte*) (Fig. 214 *c*, *Gp*) in Centralmagen (*M*), Radiärgefässe (*Rg*) und Ringgefäss gesonderte Gastralcavität. (Fig. 214 *b*.)

Fig. 215.



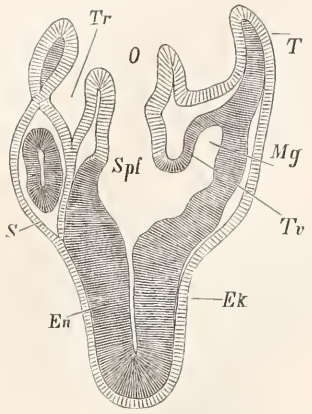
Mr Magenrohr, *Mt* Magentaschen, *S* Septum, *Mf* Mesenterialfalten, *G* Geschlechtsorgane.

Die zweite complicirter gebaute Medusenform, die *Scyphomeduse* oder *Acalephe*, ist auf eine vierstrahlige, dem *Korallenpolyp* (Anthozoen) ähnliche Polypenform, den *Scyphopolypen*, zurückzuführen, den sie im jugendlichen Alter wiederholt. Derselbe gleicht einem vierstrahligen Korallenpolypen mit anfangs 4, später 8, 12, 16 und mehr Fangarmen, von dessen Mundscheibe aus vier Längswülste (Gastralwülste) den Gastralraum durchsetzen, welcher durch dieselben in vier peripherische Halbcanäle gegliedert wird. (Vergl. Fig. 139.) Nach Götte[1]) soll aber die Uebereinstimmung mit dem Korallenpolypen eine viel grössere sein, indem die Proboscis ein ectodermales Schlundrohr sei, um welches der Gastralraum vier durch wahre Septen getrennte Ausstülpungen, Magen-

[1]) A. Götte, Ueber die Entwicklung von Aurelia aurita und Cotylorhiza tuberculata. 1887.

taschen, gebildet habe (?). Erst unterhalb dieser sollen die langen, nach der Centralhöhle offenen Halbcanäle des Magenraumes mit den Gastralwülsten folgen.

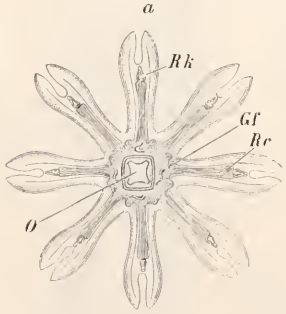
Fig. 216.



Längsdurchschnitt durch einen 8armigen Scyphopolypen, rechts ist eine Magentasche (*Mg*), links ein Septum (*S*) getroffen, nach Götte. *Tr* Septaltrichter, *T* Tentakel, *Tv* Taschenvorhang, *O* Mund, *Spf* Schlundpforte, *Ek* Ektoderm, *En* Entoderm.

(Fig. 216.) Aus einer solchen Polypenform geht nun die Scyphomeduse in ähnlicher Weise wie die Hydromeduse aus dem Hydropolypen hervor, indem nach Rückbildung der die primären Magenrinnen trennenden Gastralwülste, von deren Resten aus sich die Gastralfilamente entwickeln, aborale und orale Entodermbekleidung des erweiterten und abgeflachten Körpers in radiären (8, 16) Feldern verlöthen, zwischen welchen ebensoviele, anfangs weite, später canalartig verengte Gefässe (Radiärgefässe) zurückbleiben. Während am Rande die Tentakeln des Polypen obliteriren, erheben sich acht Paare von Randlappen und im Zwischenraume eines jeden Paares ein Randkörper oder Sinneskolben. Aus dem Scyphopolypen, beziehungsweise dessen erweiterten und abgeschnürten Vorderstück

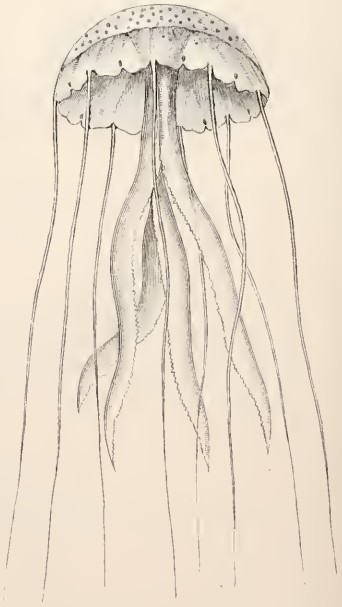
Fig. 217.



a Acalephenlarve (*Ephyra*). Rk Randkörper, *Gf* Gastralfilament, *Rc* Radiärcanal, *O* Mund.

b Freigewordene Ephyra (von circa 1·5 bis 2 Mm. Durchmesser).

Fig. 218.



Junge *Chrysaora* im Pelagiastadium mit acht Randfäden.

entsteht auf diese Weise die Larvenform der acraspeden Scheibenqualle, die Ephyra (Fig. 217), welche durch weitere Umgestaltungen zur Schirmqualle wird (Fig. 218.)

I. Classe. Anthozoa = Actinozoa[1], Korallenpolypen.

Polypen mit ectodermalem Mundrohr, mit Magentaschen und Mesenterialfalten, mit entodermalen Geschlechtsorganen; ohne medusoide Geschlechtsgeneration, meist mit festen mesodermalen Kalkskeleten.

Die Anthozoen- oder Korallenpolypen zeichnen sich von den Polypen der *Hydromedusen* durch bedeutendere Grösse und complicirtere Bildung des Gastrovascularraumes aus. Dieser ist kein einfacher Hohlraum des Körpers, sondern zerfällt durch zahlreiche verticale Scheidewände, *Mesenterialfalten*, in ein System von senkrechten Taschen, welche in die centrale Gastralhöhle münden und in der Peripherie oft noch mit einem Systeme capillarer Gänge der Körperwandung in Verbindung stehen. In ihrem oberen Verlaufe schliessen sich die Taschen zu den in die Höhlungen der Tentakeln einführenden Canälen, indem die Ränder der sie begrenzenden Mesenterialsepten mit der äusseren Wandung des von der Mundöffnung herabhängenden Magenrohres verbunden sind. Doch kann in jedem Septum unterhalb der Mundscheibe eine Oeffnung bleiben, durch welche die benachbarten Taschenräume communiciren. Das Mundrohr ist seiner Bedeutung nach Speiseröhre und besitzt an seinem hinteren Ende, da, wo die peripherischen Taschen in die Centralhöhle münden, eine verschliessbare Oeffnung, durch welche der Raum des Magenrohres mit dem Gastrovascularsystem communicirt. Ausser zur Nahrungsaufnahme wird der Mund auch als Auswurföffnung der Excretionsstoffe verwendet. Als die Verdauung befördernde Secrete sind vielleicht die Absonderungen knäuelartig gewundener Bänder (*Mesenterialfilamente*) am Rande der Septen zu betrachten. (Fig. 215.)

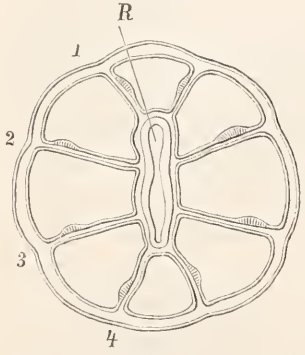
Der Polypenleib besteht aus einer äusseren Zellenbekleidung, aus einer inneren, die Gastralräume auskleidenden Zellenschicht und aus dem zwischengelagerten Bindegewebe von sehr verschiedener Dicke und Beschaffenheit (*Mesoderm*). Dieses erscheint seltener als Gallertgewebe, häufig als feste, von spindel- und sternförmigen Zellen durchsetzte homogene (*Alcyonäen, Gorgonäen*) Bindesubstanz, die sich jedoch auch zu fibrillärem Bindegewebe umgestalten kann und zum Sitz der Kalkablagerungen wird. Auch Muskelfasern, welche von Entodermzellen stammen, können vom Mesoderm aufgenommen

[1] Ehrenberg, Beiträge zur physiologischen Kenntniss der Korallenthiere im Allgemeinen und besonders des rothen Meeres, desgl. über die Natur und Bildung der Korallenbänke. Abhandl. der Berliner Akad., 1832. Ch. Darwin, The Structure and Distribution of Coralreefs. London, 1842. J. D. Dana, United States Expl. Expedition, Zoophytes. Philadelphia, 1846. M. Edwards et J. Haime, Histoire naturelle des Corailliaires. 3 Tom. Paris, 1857—1860. Lacaze Duthiers, Histoire naturelle du Corail. Paris, 1864. Gosse, Actinologia britannica. London, 1860. Kölliker, Anatomisch-systematische Beschreibung der Alcyonarien, 1872. Moseley, The Structure and Relations of the Alcyonarian Heliopora coerulea etc. Philos. Transactions of the Roy. Soc., 1876. O. und R Hertwig, Die Actinien anatomisch-histologisch etc. untersucht. Jen. Zeitschr. Tom. XIV, 1880. R. Hertwig, Die Actinien der Challenger-Expedition. Jena 1882. A. Andres, Le Attinie. Leipzig, 1884

werden, während die neuerdings entdeckten ectodermalen Sinnesepithelien und Nervenfibrillen an der Mundscheibe und den Fangarmen ihre oberflächliche Lage bewahren. Die Geschlechtsstoffe entstehen nahe am Rande der Septen oberhalb der Mesenterialfilamente als bandförmige oder krausenartig gefaltete Verdickungen und sind nach Hertwig Entodermproducte. Meist sind die Geschlechter getrennt, indessen werden auch hermaphroditische Individuen angetroffen; selten sind alle Individuen hermaphroditisch, z. B. bei *Cerianthus*.

Die aus den befruchteten Eiern nach Ablauf der totalen Furchung ausgeschlüpften Jungen werden häufig als bewimperte Larven lebendig geboren und besitzen sowohl einen inneren Gastralraum, als an dem bei der Bewegung nach hinten gerichteten Pole eine Mundöffnung. In solcher Gestalt setzen sie sich mit dem der Mundöffnung entgegengesetzten Pole fest und treiben in der Umgebung des Mundes 2, dann 4, 8, 12 etc., bei den Octactinien sogleich 8 Tentakeln. Bei den Polyactinien, deren Fangarme und Mesenterialtaschen sich auf ein Multiplum der 6-Zahl zurückführen lassen, glaubte man früher mit M. Edwards irrthümlich, dass zuerst 6 primäre, dann zwischen denselben 6 secundäre Septen zur Entwicklung gelangten, hierauf 12 dritter, 24 vierter Ordnung etc. gebildet würden, dass also die Septen gleicher Grösse gleichalterig seien und je einem zu gleicher Zeit gebildeten Cyklus angehören. Indessen lieferte Lacaze Duthiers den Nachweis, dass ein ganz anderes Wachsthumsgesetz die Zunahme der Septen und Fangarme bestimmt, dass anfangs eine durchaus symmetrische Gestaltung zu Grunde liegt, aus der erst später durch Egalisirung der alternirenden ungleichalterigen Elemente die regulär radiäre Architektonik hervorgeht. R. Hertwig hat dann das Wachsthumsgesetz der Septalsysteme specieller festgestellt. Ein äusseres Merkmal der bilateralen Symmetrie, welche für die Gestaltung der Architektonik charakteristisch ist, findet sich ausgesprochen in der langgezogenen, in der Ebene der beiden primären Tentakeln liegenden Mundspalte. Die oft durch eine oder zwei Mundrinnen ausgezeichnete Mundspalte bezeichnet also die Hauptebene (Richtungsebene), zu deren Seiten sich die Septensysteme spiegelbildlich gleich verhalten. Falls die beiden Haupttentakeln einander gleich und zwei Schlundrinnen vorhanden sind, trennt auch die senkrecht zur Hauptebene gezogene Querebene den Leib in zwei spiegelbildlich gleiche Hälften (Fig. 220), und die Anordnung ist eine *zweifach symmetrische* (*Actinien*, *Madreporarien*) im Gegensatze zu der *einfachen* Symmetrie der *Octactinien*, *Cerianthus* und der *Tetracollarier*. (Fig. 219.)

Fig. 219.



Querschnitt durch eine Octactinie (Alcyonium), nach R. Hertwig. *R* Schlundrinne, 1, 2, 3, 4 die vier Septenpaare mit ihren Muskelfasern.

Aus der Abtheilung der Polyactinien sind die jüngsten Larven der Actinien (*A. mesembryanthemum*, *Sagartia*, *Bunodes*) genauer untersucht. Dieselben

sind kleine, mit Wimpern bekleidete Planulae, deren einer etwas ausgezogener Pol einen Schopf längerer Cilien trägt. (Fig. 221*a*.) Das gegenüberliegende abgeflachte Leibesende ist von der Mundöffnung durchbrochen, welche mittelst kurzer, durch Einstülpung entstandener Oesophagealröhre in den engen Gastralraum führt. Die erste Differenzirung besteht in dem Auftreten zweier einander gegenüberstehenden Falten, durch welche die Gastralhöhle in zwei ungleich grosse Taschenräume getheilt wird. Symmetrisch und rechtwinkelig zu diesen primären Mesenterialfalten zieht sich die Mundöffnung in Form einer longitudinalen Spalte aus, so dass man durch dieselbe die Lage der Hauptebene bestimmen kann. Bald erheben sich in dem grösseren Taschenraume, den wir den vorderen nennen wollen, einander gegenüber symmetrisch zur Mittelebene zwei neue Falten, so dass nunmehr vier Kammern, eine vordere und hintere und zwei kleinere seitliche, vorhanden sind. Alsdann entwickelt sich im hinteren Raume ein drittes und in rascher Folge in den seitlichen Taschen ein viertes Faltenpaar, welches dem vorausgegangenen an Grösse nur wenig nachsteht. Nachher werden die an die primären Falten angrenzenden Räume abermals durch entsprechende Septen geschieden. Die 12 so gebildeten Gastrovascular-taschen egalisiren sich nunmehr allmälig und können in ein unpaares, in der Medianebene gelegenes Paar und in fünf zu denselben symmetrisch gestellte Paare gesondert werden. Schon vor der Anlage des fünften und sechsten Septenpaares beginnt die Hervorsprossung der Tentakeln am oralen Ende der Gastrovascularta schen, und zwar erhebt sich zuerst der Tentakel des unpaaren [1]) vorderen Taschenraumes, den nachfolgenden an Grösse voranseilend. Dann treten der gegenüberstehende und die übrigen paarweise geordneten Tentakeln zuerst als kleine warzige Erhebungen hervor. Nachdem sämmtliche 12 Fangarme gebildet sind, egalisiren sich dieselben alternirend, so dass 6 grössere Fangarme, zu denen die unpaaren Tentakeln der Längsachse gehören, mit ebensoviel kleineren wechseln und zwei Kreise von 6 Armen erster und ebensoviel Armen zweiter Ordnung vorhanden sind.

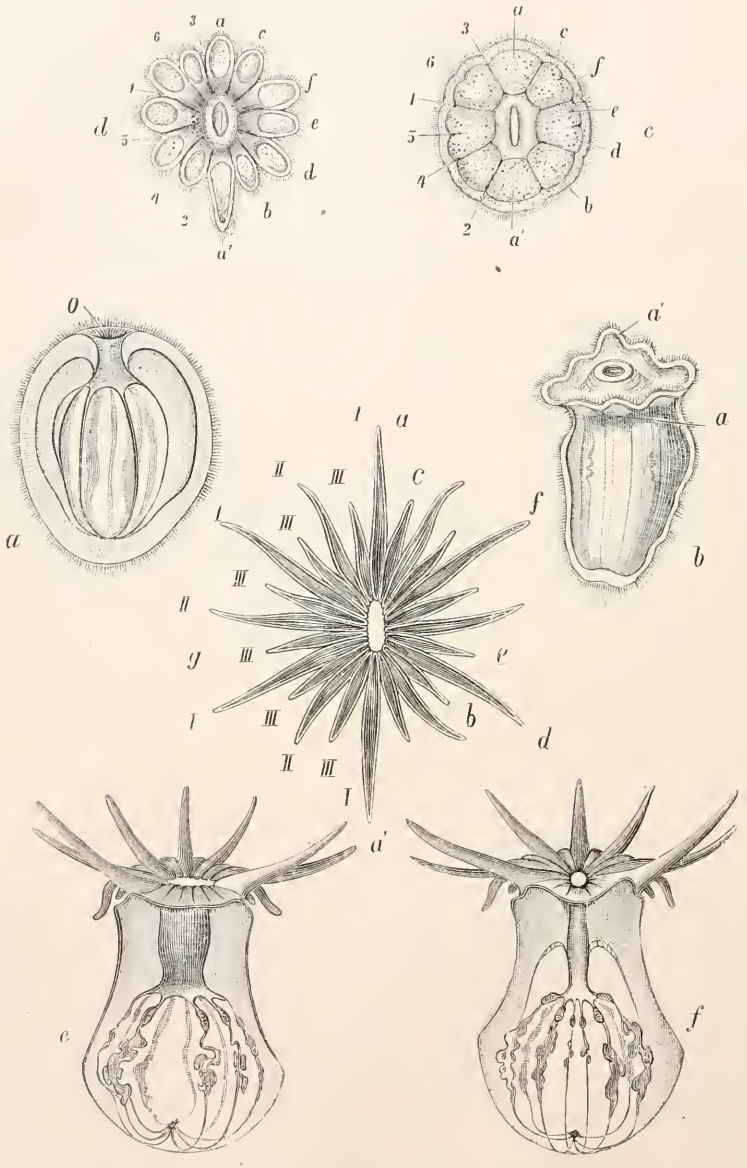
Fig. 220.

Querschnitt durch eine Actinie (Adamsia), nach R. Hertwig. *Hf* die Fächer der Hauptebene (Richtungsfächer), *R* Mundrinne.

Die 12 zunächst entstehenden Septen bilden sich nicht etwa auf Kosten der Theilung eines jeden der 12 Gastrovascularta schen, sondern zu sechs Paaren symmetrisch vertheilt in den Elementen des zweiten Cyklus. Die Grösse

[1]) Aehnlich wie im Kreise der Hydromedusen der erste Tentakel des jungen Scyphostomapolypen.

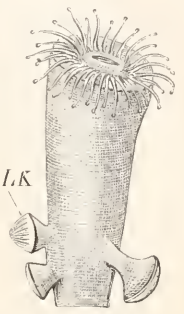
Fig. 221.



Aus der Entwicklungsgeschichte von *Actinia mesembryanthemum*, nach Lacaze Duthiers. *a* Larve mit acht Scheidewänden und zwei Mesenterialfilamenten. *O* Mund. — *b* etwas weiter vorgeschrittene Larve mit den Anlagen von acht Fangarmen. *a'* der zuerst entstehende Tentakel des vorderen unpaaren Taschenraumes. — *c* Larve mit der Anlage der zwölf ersten Scheidewände, vom Mundpol gesehen. Mit *1—6* sind die Scheidewände der Reihenfolge ihres Auftretens nach, mit *a—f* die Taschen bezeichnet. — *d* Larve mit den zwölf ersten Tentakelanlagen in gleicher Ansicht, an denen bereits die Anordnung in zwei alternirende Cyklen bemerkbar ist. — *e*, *f* junge Actinie mit 24 alternirend egalisirten Armen in zwei senkrecht zu einander geführten Längsschnitten. — *g* Mund und Arme derselben, von der Mundfläche gesehen. Links die Fangarme mit *I—III* in Cyklen der Grösse nach, rechts mit *a—f* jene der ersten sechs Taschenpaare bezeichnet.

der neugebildeten, anfangs kurzen Tentakeln regelt sich später in der Weise, dass die an die Tentakeln der zweiten Ordnung angrenzenden 6 Fangarme die ersteren bald überragen und nun an Stelle jener scheinbar den zweiten Cyklus repräsentiren. Das gleiche Gesetz des Wachsthums mit nachfolgender Egalisirung und Substitution wiederholt sich nun im Verlaufe der weiteren Entwicklungsvorgänge, unter denen der nunmehr am hinteren Pole fixirte Polyp die Zahl seiner Fangarme vergrössert.

Fig. 222.



Blastotrochus nutrix, nach C. Semper. *Lk* Lateralknospen.

Von grosser Bedeutung ist die ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Sprossung und Theilung. Knospen können an verschiedenen Stellen gebildet werden, selbst am Mundende, in welchem Falle eine strobilaähnliche Form zu Stande kommt. Bei *Blastotrochus* entstehen die Knospen rechtwinkelig zur Achse des Mutterthieres. (Fig. 222.) Bleiben die so erzeugten Individuen untereinander verbunden, so kommt es zur Entstehung von Polypenstöcken, welche eine sehr verschiedene Form und grossen Umfang erreichen können. In der Regel liegen die Individuen in einer gemeinschaftlichen Körpermasse, *Coenenchym*, eingebettet und communiciren mehr oder minder unmittelbar mit ihren Gastralräumen, so dass die von den Einzelpolypen erworbenen Säfte in den gesammten Stock übertreten. Derselbe bietet uns meist ein zutreffendes Beispiel für einen aus gleichartigen Gliedern zusammengesetzten Thierstaat. (Fig. 223.) Nur die Arbeit der Geschlechtserzeugnisse vertheilt sich in der Regel auf verschiedene Individuen, die aber zugleich alle vegetativen und animalen Verrichtungen übereinstimmend besorgen.

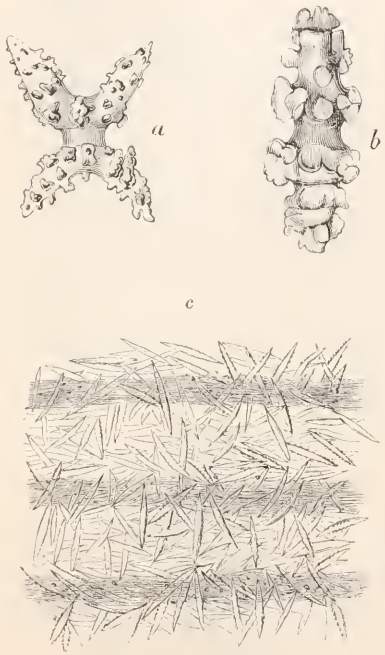
Fig. 223.

Zweig eines Polypariums von *Corallium rubrum*, Edelkoralle, nach Lacaze Duthiers. *P* Polyp.

Die Anthozoen sind besonders durch ihre Skeletbildungen (Polyparien) bedeutungsvoll. Fast überall, mit Ausnahme der *Actinien*, lagern sich im Mesoderm feste, kalkige Theile ab. Bei den Octactinien liegen den Skeletbildungen verschieden geformte Kalkkörper, *Sklerodermiten*, zu Grunde (Fig. 224), welche entweder unverbunden bleiben oder durch einen Kitt zu grösseren Massen verbunden werden (Achse von *Corallium*); es können auch hornige Ablagerungen in der Achse auftreten (*Gorgoniden*). Mit Ausschluss von Kalkkörpern, durch Verkalkung des Coenenchyms entsteht das feste, oft steinharte Kalkskelet der *Madreporaria*. Am Einzelthiere beginnt die Bildung dieses *Skeletes der Unterhaut* an der Fussfläche und schreitet von da in der Weise fort, dass neben dem verkalkten *Fussblatt* im unteren Theile des Polypenkörpers ein mehr oder minder becherförmiges *Mauerblatt* entsteht, von welchem zahlreiche

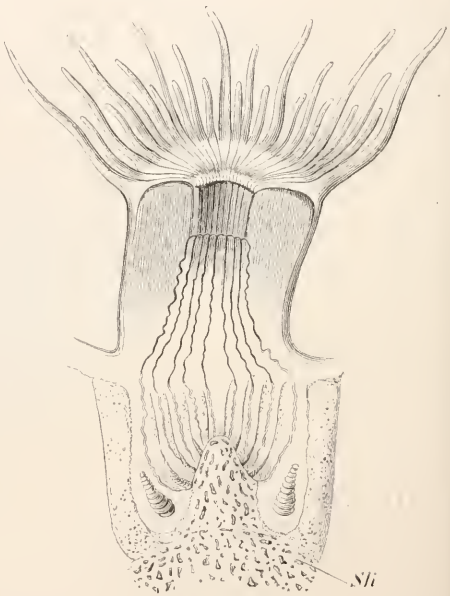
senkrechte Plättchen, *Septa*, ausstrahlen. (Fig. 225.) Am becherförmigen Kalkgerüst des Einzelpolypen wiederholt sich daher die Architektonik des Gastrovascularraumes, nur dass die Kalksepten den Zwischenräumen der Scheidewände entsprechen. Auch wächst die Zahl der Kalksepten wie die der Scheidewände und Tentakeln mit dem Alter der Polypen nach demselben Gesetze. Durch weitere Differenzirungen wird eine grosse Zahl von systematisch wichtigen Modificationen des Skelets hervorgerufen; zuweilen erhebt sich in der Achse des Bechers eine säulenartige Kalkmasse (*Columella*), und in deren Umgebung, getrennt von den Strahlen des Mauerblattes, ein Kranz von Kalkstäbchen

Fig. 224.



Kalkkörper (Sklerodermiten) von *Alcyonarien*, nach Kölliker. *a* von *Plexaurella*, *b* von *Gorgonia*, *c* von *Alcyonium*.

Fig. 225.



Verticaler Schnitt durch einen Polypen von *Astroides calycularis*, nach Lacaze Duthiers. Man sieht die Mundöffnung und das Oesophagealrohr nebst den an dasselbe befestigten Scheidewänden, desgleichen die Kalksepten zwischen letzteren und die Columella des Skelets (*Sk*).

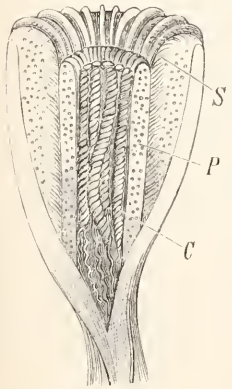
(*Pali*). (Fig. 226.) Es können ferner zwischen den Seitenflächen der Strahlen Spitzen und Bälkchen als *Synapticulae* oder auch horizontale Scheidewände, *Dissepimenta*, zur Ausbildung kommen, wie andererseits auch die Aussenfläche des Mauerblattes vorspringende Rippen (*Costae*) und zwischen diesen ähnliche Dissepimente aufweisen kann.

Die bedeutendsten Formenverschiedenheiten der Polypenstöcke sind nicht allein durch die abweichenden Skeletbildungen der Polypenleiber veranlasst, sondern das Resultat eines verschiedenen, durch Sprossung und unvollkommene Theilung bedingten Wachsthums. Demgemäss unterscheidet man zahlreiche Modificationen verästelter Stöcke, z. B. der *Madreporen* (Fig. 227) und *Ocu-*

linden (Fig. 228); ferner lamellöse und massige Stöcke, wie sie die *Astraeen* (Fig. 229) und *Maeandrinen* (Fig. 230) bieten.

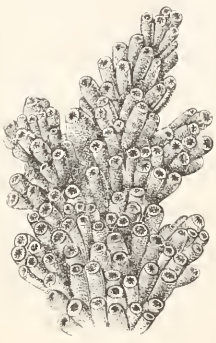
Die *Anthozoen* sind durchaus Bewohner des Meeres und leben vorzugsweise in den wärmeren Zonen, wenngleich einzelne Typen der fleischigen Octactinien und auch Actinien über alle Breiten sich erstrecken. Die Polypen,

Fig. 226.



Verticalschnitt durch den Kelch von *Cyathina cyathus*, nach Milne Edwards. *S* Septen, *P* Pali, *C* Columella.

Fig. 227.



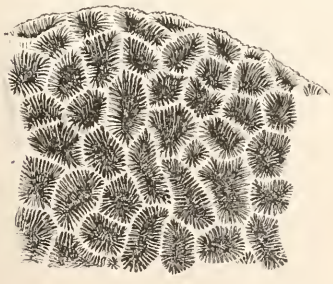
Madrepora verrucosa, nach Ed. H.

Fig. 228.

Ast von *Oculina speciosa*, nach Ed. H.

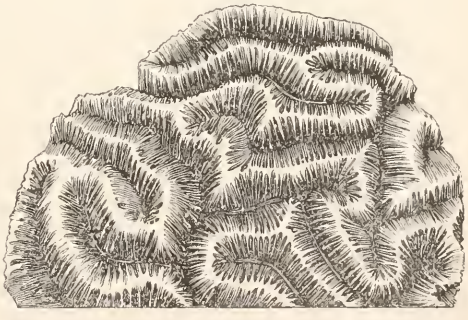
welche Bänke und Riffe bauen, beschränken sich auf einen etwa vom 28. Grad nördlicher und südlicher Breite begrenzten Gürtel und reichen nur hie und da über denselben hinaus. Meist leben dieselben in der Nähe der Küsten und

Fig. 229.



Astraea (*Goniastraea*) *pectinata* Ehrbg., nach Klunzinger.

Fig. 230.



Maeandrina (*Coeloria*) *arabica* Klz., nach Klunzinger.

erzeugen hier im Laufe der Zeit durch die Ablagerungen ihrer steinharten Kalkgerüste Felsmassen von colossaler Ausdehnung, welche als *Korallenriffe* (*Atolle*, *Canalriffe*, *Strandriffe*) der Schiffahrt gefahrbringend sind und zur Grundlage von Inseln werden können. In beiden Fällen kommt der Wirksamkeit der Korallenthiere eine allmälige Niveauveränderung, Hebung des Meeresgrundes zu Hilfe, wie andererseits die Ausbreitung der Korallenbänke in die Tiefe durch eine seculäre Senkung des Bodens herbeigeführt werden kann.

Wesentlich ist der Antheil, den die Anthozoen an der Veränderung der Erdoberfläche nehmen. Wie dieselben gegenwärtig theils die Küste vor den Folgen der Brandung beschützen, theils durch Erzeugung gewaltiger Kalkmassen zur Bildung von Inseln und festen Gesteinen beitragen, so waren sie auch in noch grösserem Umfange in früheren geologischen Epochen thätig, von denen namentlich die Korallenbildungen des Uebergangsgebirges und der jurassischen Formation eine sehr bedeutende Mächtigkeit besitzen.

1. Ordnung. **Rugosa** = **Tetracorallia.**

Palaeozoische Korallen mit zahlreichen, nach der Vierzahl gruppirten, symmetrisch angeordneten Septen.

Hierher gehören die Familien der *Cyathophylliden, Stauriden* etc.

2. Ordnung. **Alcyonaria** = **Octactinia.**

Polypen und Polypenstöcke mit acht gefiederten Fangarmen und ebensoviel unverkalkten Mesenterialfalten.

Die Kalkabscheidungen der sogenannten Cutis führen zur Bildung von fleischigen Polyparien oder minder festen, zerreiblichen Rinden in der Umgebung eines bald hornigen, bald kalkigen steinharten Achsenskeletes, oder auch zu festen Kalkröhren (*Tubiporen*). Ueberall liegen dem Skelet bestimmte Kalkkörper, Sklerodermiten, zu Grunde. (Fig. 224.) Die Embryonen werden meist als bewimperte Larven noch ohne Septen und Mundarme geboren. Die Trennung der Geschlechter auf verschiedene Individuen gilt als Regel.

1. Fam. *Alcyonidae.* Festsitzende Polypenstöcke ohne Achsenskelet, meist von fleischigem, lederartigem Polypar, mit nur spärlichen Kalkeinlagerungen der Cutis. Die Colonien entstehen entweder durch laterale Knospen und bilden dann gelappte und ramificirte Massen, *Alcyonium palmatum* Pall., *digitatum* L., oder es sind basale Sprossen und wurzelartige Ausläufer, welche die Einzelthiere verbinden, *Cornularia crassa* Edw.

2. Fam. *Pennatulidae*, Seefedern. Polypenstöcke, deren nackte, freie Basis im Sande und Schlamme steckt, meist mit hornig biegsamem Achsenskelet. Neben den Geschlechtsthieren kommen kleine sterile Polypen vor. Interessant ist das Vorkommen von Oeffnungen am Stamme zur Aufnahme und Abgabe von Wasser. Bald sitzen die Thiere auf Seitenzweigen des Stammes auf, und das Polypar wird federförmig, *Pennatula rubra* Ellis, bald erheben sich dieselben auf allen Seiten des einfachen Stammes, *Veretillum cynomorium* Pall., dioecisch. In anderen Fällen erscheint das Polypar flach und nierenförmig, mit bulbösem, aber achsenlosem Stiele, *Renilla violacea* Quoy. Gaim., oder durch die Anhäufung der Polypen am oberen Ende eines langen Stammes nach Art einer Dolde gestaltet, *Umbellula Thomsonii* Köll., Tiefseeform.

3. Fam. *Gorgonidae*, Rindenkorallen. Die festsitzenden Colonien besitzen ein horniges oder kalkiges, baumförmig verästeltes Achsenskelet, welches von einer zerreiblichen Rinde oder einem weicheren, Kalkkörper enthaltenden Parenchym überzogen wird. Entweder ist die Achse hornig, biegsam und ungegliedert, *Gorgonia verrucosa* Pall., Mittelmeer, *Rhipidogorgia flabellum* L., mit fächerförmigem Polypar, Antillen, oder abwechselnd aus hornigen und kalkigen Gliedern zusammengesetzt, *Isis hippuris* Lam., *Melithaea ochracea* Lam., oder endlich steinhart und aus Kalk gebildet. Der letztere

Fall gilt für die Edelkoralle, *Corallium rubrum* Lam. (Fig. 223), welche den rothen, zu Schmucksachen verwendeten Korallenstein liefert. Dieselbe findet sich im Mittelmeere, namentlich an den steinigen Küsten von *Algier* und *Tunis*, und bildet dort einen wichtigen Gegenstand des Erwerbes.

4. Fam. *Tubiporidae*, Orgelkorallen. Die Polyparien einem Orgelwerke ähnlich. Die Thiere sitzen in parallelen, durch horizontale Platten verbundenen Kalkröhren *Tubipora Hemprichii* Ehrbg.

3. Ordnung. **Hexactinia = Zoantharia.**

Polypen und Polypenstöcke mit 6, 12 und in fortschreitender Ordnung vermehrten Fangarmen, die meist in mehreren Kreisen alterniren.

Leib seltener ganz weich oder lederartig, in der Regel mit kalkigem, steinhartem Polypar von strahlig-faserigem, krystallinischem Gefüge. Auch hier gilt die Trennung des Geschlechtes als Regel, indessen werden auch hermaphroditische Polypen (*Cerianthus*) angetroffen. Die Polypen tragen sehr allgemein ihre Embryonen längere Zeit mit sich herum, so dass dieselben acht- oder zwölfstrahlig mit den Anlagen der Fangarme geboren werden. Viele erzeugen Korallenriffe und Inseln.

1. *Anthipatharia*. Meist mit nur sechs Fangarmen und horniger Skeletachse.

Fam. *Antipathidae*. Polypenstöcke mit weichem, nicht verkalktem Körper, aber mit einfachem oder verästeltem Hornskelet. Nur sechs Fangarme umstellen die Mundöffnung. *Antipathes* Pall., schwarze Koralle, Mittelmeer.

2. *Actiniaria*. Ohne Hartgebilde.

Fam. *Actinidae*. Mit weichem Körper, bald Einzelthiere mit mehrfachen alternirenden Tentakelkränzen, *Actinia* L., bald durch Stolonen verbunden und zu Stöcken aggregirt, *Zoanthus* Cuv. Die ersteren können zum Theil ihre Befestigung mittelst der contractilen Fusssohle aufgeben und sich frei bewegen. Viele erreichen eine verhältnissmässig bedeutende Grösse, besitzen prachtvolle Farben. Zuweilen scheidet die Haut eine mit zahlreichen Nesselkapseln erfüllte klebrige Masse oder gar eine Art Hülle ab. Sie sind als *Seeanemonen* die Zierden der Seewasseraquarien. *Actinia mesembryanthemum* L. *Sagartia* Gosse. (Fig. 193.) *Anthea* Johnst. *Cerianthus* Delle Ch. Mit Hauthülse und hinterem Porus. Hermaphroditisch. *C. membranaceus* H.

3. *Madreporaria*. Mit zusammenhängendem harten Kalkskelet.

a) Aporosa. Fam. *Turbinolidae*, Mützenkorallen. Meist Einzelpolypen mit festem Kalkgerüste, undurchbohrtem Mauerblatt und wohlentwickeltem Fussblatt und Septen, deren Zwischenräume bis zum Grunde offen bleiben. *Turbinolia* Lam., *Flabellum* Less., *Caryophyllia* Lam., *C.* (*Cyathina*) *cyathus* Lam. (Fig. 226), *Blastotrochus* Ed. H. (Fig. 222.)

Fam. *Oculinidae*. Augenkorallen. (Fig. 228.) Polypenstöcke mit steinhartem, meist ästigem Polypar, mit zu compacter Masse verkalktem Coenenchym und wenig zahlreichen Septen in den Kelchen der Einzelthiere. *Oculina virginea* Less., Ind. Ocean. *Amphihelia oculata* L., weisse Koralle, Mittelmeer.

Fam. *Astraeidae*, Sternkorallen. Meist massige Polypenstöcke mit verwachsenen Mauerblättern der Einzelkelche, ohne Coenenchym, bald mit schneidendem, bald mit eingeschnittenem gezähnten Rande der Septa, die Interseptalräume werden von horizontalen Scheidewänden erfüllt. *Eusmilia* Edw. Die durch Theilung erzeugten Einzelthiere bleiben nur an der Basis verbunden und erzeugen ein rasenartiges Polypar mit schneidenden Septalrändern der Kelche. *Galaxea* Oken. Die Einzelkelche, durch Knospen entstanden, am oberen Rande frei, ebenfalls mit schneidenden Rändern der Septa. *Cladocora*. Die Knospen lateral, die Stöcke daher rasig oder verästelt. *C. cespitosa* L.,

Mittelmeer. *Astraea* Lam., Einzelkelche durch die ganze Mauer verschmolzen mit gezackten Septalrändern der Kelche. *A. radians* Pall. *Goniastraea pectinata* Ehrbg. (Fig. 229.) *Macandrina* Lam., Einzelkelche zu langen Thälern vereinigt. *M. crassa* Edw. H. *Coeloria arabica* Klz. (Fig. 230.)

Fam. *Fungidae*, Pilzkorallen. Meist grosse und flache Einzelkelche; zuweilen Polypenstöcke, ohne Mauerblatt, mit sehr zahlreichen, stark entwickelten, durch Synapticulae verbundenen und gezähnten Septen. *Fungia discus* Dana, *Halomitra* Dana., *Lophoseris* Edw. H.

b) Perforata. Fam. *Madreporidae*, Madreporen. (Fig. 227.) Polypen und Polypenstöcke mit porösem Coenenchym und durchbohrtem Mauerblatt. Gastralhöhle im Grunde offen und mit dem Centralcanal in der Achse des ästigen Polypars communicirend. Septa wenig entwickelt. *Madrepora cervicornis* Lam., *Dendrophyllia ramea* Edw., Mittelmeer, *Astroides calycularis* Pall.

II. Classe. Polypomedusae[1]) = Polypomedusen.

Polypen ohne Magenrohr, mit einfachem Gastrovascularraum und medusoider Geschlechtsgeneration, oder mit freischwimmenden Medusen als Geschlechtsthieren.

Diese Classe umfasst die Hydro-Polypen und -Polypenstöcke nebst den von diesen, sowie von den Scyphopolypen erzeugten Medusen als den zugehörigen Geschlechtsthieren. Durchgängig besitzen jene einen einfacheren Bau als die Anthozoen, hinter denen sie auch der Grösse nach meist bedeutend zurückbleiben; sie entbehren des Schlund- oder Magenrohres, der Scheidewände, Falten und Taschen des Gastrovascularraumes. Nur die Scyphopolypen (Scyphistomen), welche die Jugendformen der Scyphomedusen repräsentiren, haben in vier Gastralwülsten einen Ueberrest von Gastralfalten erhalten, aus denen sich Gastralfilamente entwickeln, und sollen nach Götte auch noch vier primäre Magentaschen im Umkreis eines ectodermalen Schlundrohres besitzen. (Fig. 216.)

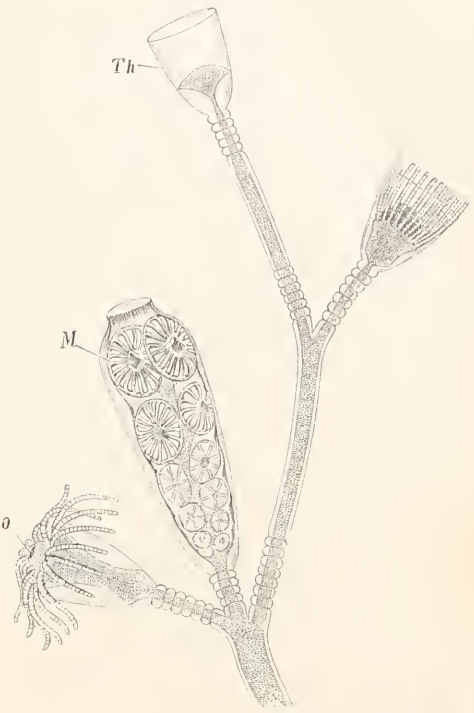
Die Polypenstöckchen bringen nur selten (*Milleporiden*), jedoch im Gegensatze zu den Anthozoen, durch Verkalkung der Cuticula, ein festeres, dem Polypar vergleichbares Kalkgerüst zur Entwicklung. Treten Skeletbildungen auf, so sind es in der Regel mehr oder minder verhornte Ausscheidungen der Oberhaut, welche als zarte Röhren den Stamm und dessen Ramificationen überziehen und zuweilen in der Umgebung der Polypen kleine becherartige Gehäuse bilden (Fig. 231 *a*); indessen ist auch im Inneren des Körpers unter dem Ectoderm zur Stütze der Weichtheile eine mehr oder minder derbe Mesodermlamelle entwickelt, welche bei der Meduse durch die meist dicke zuweilen bindegewebige Gallertscheibe vertreten ist.

Ohne Zweifel vertritt die Scheibenqualle (Fig. 231 *b*) morphologisch den höheren Typus, zumal da sie als das zur Vollendung gereifte Geschlechts-

[1]) Eschscholtz, System der Acalephen. Berlin, 1829. Th. Huxley, Memoir on the anatomy and affinities of the Medusae. Phil. Transact. London, 1849. L. Agassiz, Contributions of the Natural History of the United States, Acalephae, Vol. III, 1860; Vol. IV, 1862. E. Haeckel, System der Medusen. Tom. I und II. Jena, 1880 und 1881.

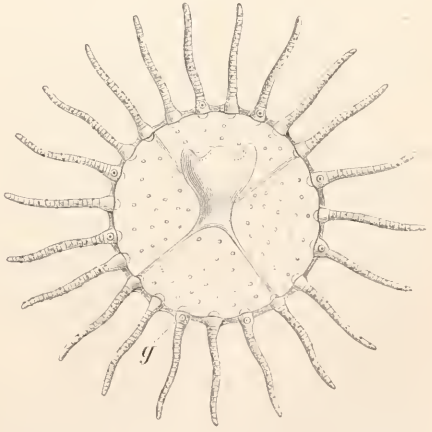
individuum erscheint, während den Polypen die Aufgabe der Ernährung und Knospung zufällt. Im Zusammenhange mit der freieren Bewegung und höheren Lebensstufe der Scheibenqualle oder Meduse finden wir an derselben ein mehr entwickeltes Nervensystem und Sinnesorgane. Das erstere hat seine Lage am Scheibenrand und besteht aus Nervenfibrillen, welche, mit Ganglienzellen untermischt, in Form eines doppelten Faserstranges das Ringgefäss begleiten. Die Sinnesorgane sind die sogenannten Randkörper. Die Geschlechtsstoffe der Meduse nehmen entweder aus dem Ectoderm ihren Ursprung, und zwar im Verlaufe der Radiärgefässe (*Eucopiden*), beziehungsweise in der Wand des Mundstiels (*Oceaniden*), oder entstehen aus dem Entoderm an der Unterseite (Subumbrella) des Schirmes (*Schirmquallen*).

Fig. 231 *a*.



Zweig eines *Obeliastöckchens* (*O. gelatinosa*). *O* Mundöffnung eines Nährpolypen mit vorgestreckten Fangarmen, *M* Medusengemmen am Leib eines proliferirenden Polypen, *Th* glockenförmiges Gehäuse (Theca) eines Nährpolypen.

b



Freigewordene Meduse von *Obelia gelatinosa*, noch ohne Geschlechtsorgane. *g* Gehörbläschen.

Häufig bleiben Polyp und Meduse auf einer tieferen Stufe der morphologischen Differenzirung zurück, und werden jene zu *polypoiden* Anhängen, diese zu *medusoiden*, die Geschlechtsstoffe einschliessenden *Gemmen*, welche an dem Stamme oder an Polypen aufsitzen. In solchen Fällen erscheint die Individualität dieser Anhänge beschränkt; medusoide und polypoide Thiere sinken physiologisch zu der Bedeutung von Körpertheilen oder Organen herab, während der gesammte Stock einem einheitlichen Organismus näher kommt. Je vollendeter sich *Arbeitstheilung* und *Polymorphismus* an den polypoiden und medusoiden Anhängen des Thierstockes ausprägen, um so höher wird die Einheit der morphologisch als Thierstock zu bezeichnenden Gesammtheit. Sprossung und einfaches Wachsthum fallen hier oft ohne Grenze zusammen.

Lange Zeit galt es als merkwürdiges, einer Erklärung kaum zugängliches Verhältniss, dass so differente Organismen, wie Polyp und Meduse, welche man systematisch als verschiedene Classen getrennt hatte, lediglich verschiedene Zustände in der Lebensgeschichte einer einheitlichen Entwicklungsreihe bezeichnen und deshalb im engsten genetischen Verband sogar der Art nach zusammenfallen. Die Theorie vom „Generationswechsel" brachte nur eine Umschreibung des Sachverhaltes, aber keine Erklärung. Erst die Entstehungsweise des Medusenleibes am Polypenkörper gab Aufschluss über die unmittelbare Beziehung beider Formen, indem durch dieselbe bewiesen wurde, *dass die Meduse ein abgeflachter scheibenförmiger Polyp ist, dessen flacher, aber weiter Gastralraum in Folge von vier, sechs oder mehr septalen Verwachsungsfeldern auf peripherische Gefässtaschen (Magentaschen) oder Radiärcanäle beschränkt wurde*, welche den Interseptalräumen oder Gastrovascularlaschen der Anthozoen analog sind. (Fig. 214 *b*, *c*.) Die Verschiedenheit beruht im Zusammenhang mit der Scheibenform vornehmlich auf der Höhenreduction der in radialer Richtung ausgedehnten Septalfelder, welche, durch die Verwachsung des oralen und aboralen Entodermblattes entstanden, die sogenannte *Gefässlamelle* repräsentiren. Zugleich erscheint die verbreiterte Mundscheibe zur Begrenzung der Schirm- oder Glockenhöhle concav eingezogen und die Ectodermbekleidung derselben zur Muskulatur der unteren Schirmwand oder Subumbrella umgestaltet. Die Stützsubstanz der gewölbten (vom Polypenstock losgelösten) Aboralfläche der Scheibe wird zu einer mächtigen, nicht selten mit Zellen erfüllten Mesodermlage, welche die Schirmgallerte oder die Gallerte der Umbrella darstellt, während die der oralen Wand den Charakter einer dünnen, aber festen Lamelle bewahrt und als Stützplatte der subumbrellaren Muskulatur (Schwimmsack der Glocke) dient. Die Tentakeln entspringen der gegebenen Ableitung gemäss nahe am Scheibenrande und sind zu den Randfäden oder Randtentakeln der Meduse geworden, zu denen noch vier einfache oder verästelte Mundarme als Wucherungen des Mundstieles hinzukommen.

Neben der geschlechtlichen Fortpflanzung hat auch die ungeschlechtliche Vermehrung eine weite Verbreitung, insbesondere im Kreise der polypoiden Formzustände, in welchem sie zur Entstehung polymorpher Thierstöcke führt. Meist alterniren beide Formen der Fortpflanzung in gesetzmässigem Wechsel zur Erzeugung verschiedener Generationen. Indessen gibt es auch Medusen (*Aeginopsis*, *Pelagia*), welche ohne Generationswechsel direct aus Eiern auf dem Wege der continuirlichen Entwicklung mit Metamorphose hervorgehen. Am häufigsten aber erzeugt die Meduse oder die medusoide Geschlechtsgemme aus ihrem Ei einen Polypen, und dieser entweder alsbald durch Quertheilung oder nach der Production eines sessilen oder freischwimmenden Polypenstockes die Generation der Medusen, beziehungsweise medusoiden Geschlechtsgemmen.

Die *Polypomedusen* ernähren sich wohl durchgängig von thierischen Substanzen und bewohnen vorzugsweise die wärmeren Meere. Die freibeweglichen Quallen und Siphonophoren leuchten zur Nachtzeit.

Die Cnidarien sind wahrscheinlich auf eine hydraähnliche Grundform zurückzuführen (*Archhydra*, E. Haeckel), deren Wand aus einem ectodermalen und entodermalen Epitel und einer ausgeschiedenen zellenlosen Zwischenschicht bestand. Die Archhydra führte durch fortschreitende Grössenzunahme und Complication des inneren Baues, durch Bildung eines ectodermalen Schlundrohres und zunächst vier, dann mehr Magentaschen und Septen zur Entstehung der palaeozoischen Korallenpolypen (*Tetracorallia*), von denen aus die Octactinien und Polyactinien ihren Ursprung nahmen.

Aus reducirten vierstrahligen Korallenpolypen mit vereinfachtem Gastrocanalsystem dürften dann die *Scyphopolypen* entsprungen sein, welche sich zu den *Scyphomedusen* umgestalteten. Die *Hydromedusen* haben sich entweder direct von den Archhydren durch die Zwischenglieder der Hydroiden entwickelt, und dann würde ein diphyletischer Ursprung der Scheibenquallen bestehen, oder, was aus verschiedenen Gründen grössere Wahrscheinlichkeit hat, aus Stöckchen von Scyphopolypen mit weiter vereinfachtem Gastralsystem, welche die Hydroiden entstehen liessen. Nur in einzelnen Fällen blieben die vier Gastralwülste als Reste der Septen zurück (*Tubulariden*), ohne dass Gastralfilamente und Septaltrichter, welche den Hydromedusen durchweg fehlen, zur Entwicklung gelangten.

Falls die unabhängige Entstehung der craspedoten Medusen und Acalephen, jene von den Archhydren und den von diesen abzuleitenden Hydroiden, diese von den Scyphopolypen, als vereinfachten vierstrahligen Anthozoen, der Wahrheit entsprechen sollte, würden die Cnidarien in *Scyphozoen* mit den *Anthozoen* und *Scyphomedusen* und in *Hydrozoen* mit den *Hydromedusen* und *Siphonophoren* einzutheilen sein.

I. Unterclasse. **Scyphomedusae = Acalephae** [1]**, Acalephen.**

Quallen von bedeutender Grösse mit Gastralfilamenten, meist mit Randlappen des Schirmes und bedeckten Randkörpern. Die Jugendzustände sind nicht Hydroidstöckchen, sondern Scyphistoma- und Strobilaformen.

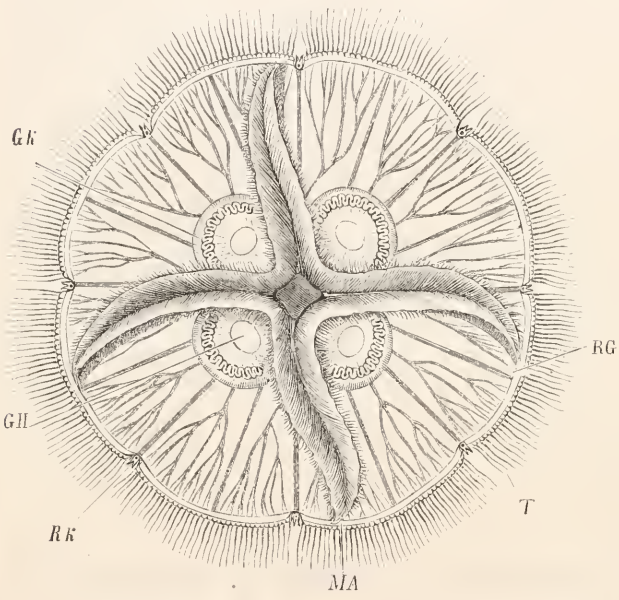
Die Medusen dieser Ordnung unterscheiden sich von denen der Hydroidgruppe durch ihre bedeutendere Grösse und durch die ansehnlichere Dicke der meist schirmförmigen Umbrella, deren reichlich entwickelte, fast stets von Zellen durchsetzte Gallerte eine Fülle fester Fibrillen, sowie elastische Fasernetze enthält und hiedurch eine grössere Rigidität und Festigkeit gewinnt.

---

[1]) Ausser den Werken von Brandt, L. Agassiz, Huxley, Eysenhardt, vergl. v. Siebold, Beiträge zur Naturgeschichte der wirbellosen Thiere. 1839. M. Sars, Ueber die Entwicklung der Medusa aurita und Cyanea capillata. Archiv für Naturgesch., 1841. H. J. Clark, Prodromus of the history etc. of the order Lucernariae. Journ. of Bost. Soc. of Nat. hist., 1863. C. Claus, Studien über Polypen und Quallen der Adria. Denkschriften der k. Akad. der Wissensch. Wien, 1877. Derselbe, Untersuchungen über die Organisation und Entwicklung der Acalephen, Prag, 1883. Ferner E. Haeckel, l. c.

Ein wichtiger Charakter derselben beruht auf dem Verhalten des Schirmrandes, welcher bei den viergliederigen Formen meist ungetheilt ist, bei den höheren achtgliederigen Schirmquallen durch eine regelmässige Zahl von Einschnitten in acht Gruppen von Lappen zerfällt, zwischen denen die Randkörper in nischenförmigen Einbuchtungen ihre Lage haben (Fig. 232). Aehnlich dem Velum der Hydroidmedusen erscheinen die Randlappen der Acalephen als secundäre Bildungen des Scheibenrandes, welche an den Scheibensegmenten der Strobila als marginale Zapfen hervorwachsen und in dem wenigstens allen Schirmquallen (*Discophoren*) gemeinsamen Jugendstadium der *Ephyra* als acht Paare relativ langgestreckter, zungenförmiger Lappenfortsätze gebildet sind. Eine ungetheilte, von dem Velum der Craspedoten verschiedene Randmembran (*Velarium*) tritt bei den *Charybdeiden* auf.

Fig. 232.



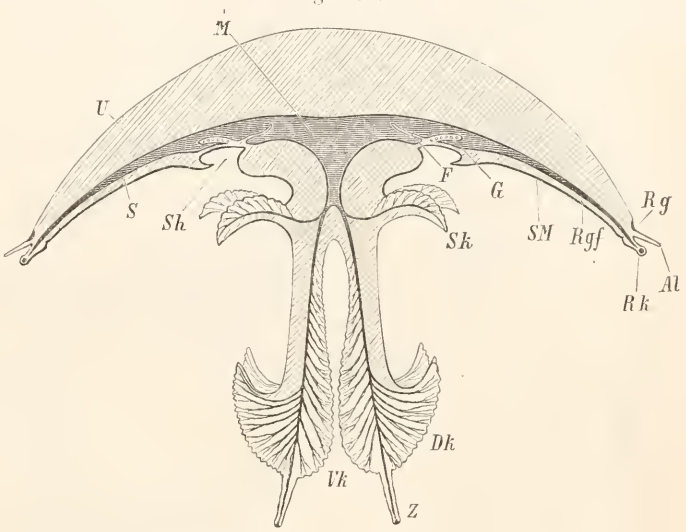
Die Ohrenqualle (*Aurelia aurita*), von der Mundfläche dargestellt. *MA* die vier Mundarme mit der Mundöffnung im Centrum, *Gk* Genitalkrausen, *GH* Oeffnung der Genitalhöhle, *Rk* Randkörper, *RG* Radiärgefässe, *T* Tentakeln am Scheibenrande.

Im Gegensatz zu den Hydroidmedusen besitzen die Acalephen in der Regel mächtige Mundarme am freien Ende des weiten Mundstieles. Dieselben sind auf ungleichmässige Wucherungen des Mundrandes zurückzuführen, welche in den vier (mit den Radien der Genitalorgane und Gastralfilamente alternirenden) Radien des Mundkreuzes als ebensoviel armförmige Fortsätze am Mundstiele hervorwachsen. Im Falle einer frühzeitig beginnenden gabeligen Spaltung der Arme bilden sich vier Armpaare aus, deren krausenförmig gefaltete Endlappen sich wiederum spalten und vielfach verzweigen (*Rhizostomeen*). Dann kommt es jedoch schon im Jugendleben zur Verwachsung des Mundrandes sowie der angrenzenden Armränder, so dass an Stelle des obliterirten centralen Mundes die peripherischen Theile der Arme mit krausenförmig gefalteten Trichterspalten die Nahrung aufnehmen. (Fig. 233.)

Die Gestaltung des Gastrovascularapparates zeigt bedeutende Verschiedenheiten, die sich bei den Schirmquallen als Modificationen aus dem ursprünglich überall gleichen Bau der *Ephyra* ableiten lassen. Die flache, in acht Randlappenpaare gespaltene Ephyrascheibe (Fig. 235′) enthält eine centrale

Magenhöhle, in welche der weite und kurze vierkantige Mundstiel einführt, und acht peripherische canalartige Ausläufer (Radialtaschen), zwischen denen ebensoviel kurze intermediäre Canäle (Intermediärtaschen) innerhalb der Gefässlamelle zur Ausbildung gelangen. Bald weiten sich, wie bei *Pelagia* und *Chrysaora*, die radialen und intermediären Gefässcanäle zu ausserordentlich breiten, nur durch schmale Verwachsungsstreifen getrennten „Magentaschen" aus, welche am Rande ohne Communication bleiben, bald werden dieselben zu sehr engen Gefässen, zwischen denen während des fortschreitenden Wachsthums in den breiten Verwachsungsfeldern durch Auseinanderweichen der beiden Lamellen der Gefässplatte ein reiches Netzwerk anastomosirender Gefässe, sowie in der Nähe des Schirmrandes ein Ringgefäss secundär zur Ausbildung gelangt (*Aurelia, Rhizostoma*).

Fig. 233.



Schematischer Längsschnitt durch eine Wurzelqualle (*Rhizostoma*). *U* Gallertschirm oder Umbrella, *M* Magenraum, *S* Subumbrella, *G* Genitalband, *Sh* Schirmhöhle, *F* Filamente, *SM* subumbrellare Muskulatur, *Rgf* Radiärgefässe, *Rk* Randkörper, *Rg* Riechgrube, *Al* Augenläppchen, *Sk* Schulterkrausen, *Dk* Dorsalkrausen, *Vk* Ventralkrausen der acht Arme, *Z* Endzapfen derselben.

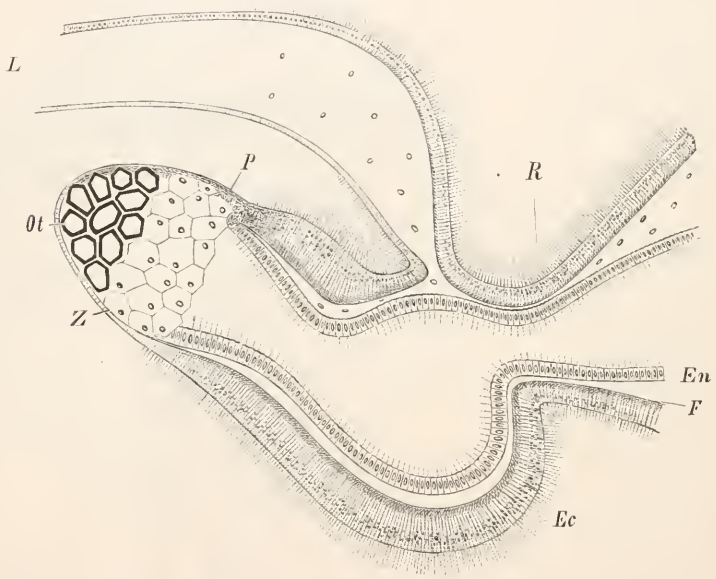
Einen ganz anderen, noch auf frühere Stadien (*Scyphostoma*) gemeinsamer Entwicklung zurückführbaren Typus zeigt der Gastrovascularapparat der becher- oder glockenförmigen *Calycozoen* und *Tesseriden*, sowie der *Charybdeiden* oder Beutelquallen, indem nur vier sehr weite, durch äusserst schmale Septen getrennte Gefässtaschen als peripherische Nebenräume der Gastralhöhle auftreten. Diese tiefer stehenden Medusen verhalten sich ihrem Baue nach viergliederig im Gegensatze zu den zwar vierstrahligen, aber mit Rücksicht auf die peripherische Gliederung achtgliederigen *Discophoren*. Nach diesem bedeutungsvollen, verschiedenen Entwicklungsstufen entsprechenden Gegensatze kann man die Scyphomedusen in viergliederige (*Tetrameralia*) und achtgliederige (*Octomeralia*) eintheilen.

Ein wichtiges Merkmal bilden die wurmförmig beweglichen Tentakeln des Magenraumes, die Gastralfilamente, die sich bei keiner Hydroidmeduse finden. Dieselben entsprechen den sogenannten Mesenterialfilamenten der Anthozoen und unterstützen in gleicher Weise durch das Secret ihrer drüsigen Entodermbekleidung die Verdauung. Ueberall gehören sie der subumbrellaren Magenwand an und fallen in die vier sich rechtwinkelig kreuzenden Radien

der Geschlechtsorgane (Radien zweiter Ordnung), welche mit den vier Radien des Mundkreuzes (Radien erster Ordnung) alterniren. Meist begleiten sie in einfacher oder geschlängelter Bogenlinie den inneren Rand der Geschlechtsorgane.

Das Nervensystem der Acalephen wurde erst neuerdings mit Sicherheit nachgewiesen. Man erkannte, dass die Centren desselben im Ectoderm von Stiel und Basis der Randkörper selbst enthalten sind (Fig. 234) und aus einer mächtigen Lage von Nervenfibrillen in der Tiefe des hohen, Wimpern tragenden Ectodermepithels bestehen, dessen stäbchenförmig ausgezogene Nervenzellen

Fig. 234.



Durchschnitt durch die Riechgrube, den Randkörper und dessen Nervencentrum von *Aurelia aurita*. *R* Riechgrube, *L* Schirmlappen, welcher den Randkörper bedeckt, *P* Augenfleck des Randkörpers, *Ot* Otolithen des Gehörsackes, *Z* Zellen nach Auflösung ihrer Otolithen, *En* Entoderm, *Ec* Ectoderm mit der unterliegenden Schicht von Nervenfibrillen (*F*). Das untere Auge ist nicht dargestellt.

mit ihren basalen Faserfortsätzen unmittelbar in die Nervenfibrillen umbiegen. (Fig. 234.) Dazu kommt ein mächtig ausgebreiteter peripherischer Nervenplexus in der subumbrellaren Muskulatur. Ueber die Art und Weise, wie dieser Nervenplexus mit den Nervencentren der Randkörper und wie diese untereinander in Verbindung stehen, haben die bisherigen Untersuchungen keine abschliessende Entscheidung gebracht. Ein Nervenring an der Subumbrellarseite wurde nur bei den ganzrandigen Charybdeiden nachgewiesen. Ueberall zeigen die Antimeren des Acalephenleibes eine grosse Selbstständigkeit und vermögen ausgeschnitten eine Zeitlang fortzuleben.

Als Sinnesorgane sind die Randkörper, sowie grubenförmige Vertiefungen an der Dorsalseite der Randkörper-Nische (Spür- oder Riechgruben) hervorzuheben. (Fig. 234.) Die Randkörper, morphologisch aus reducirten Tentakeln

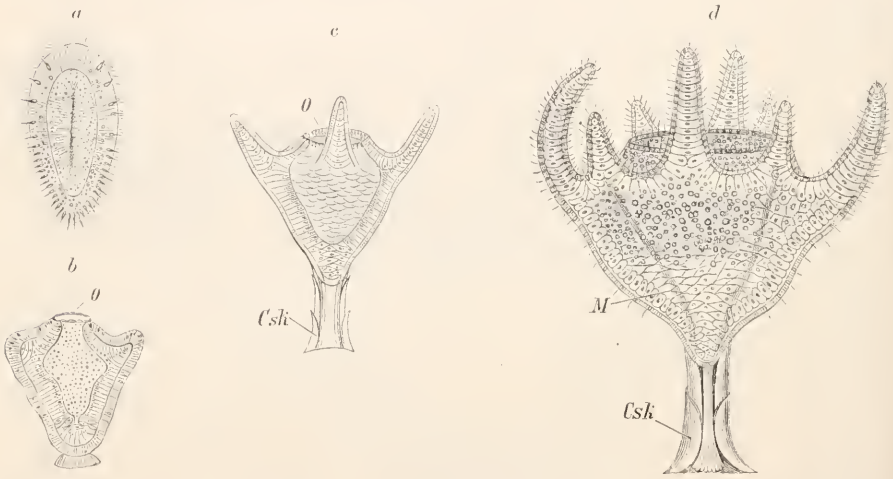
hervorgegangen und schon im Stadium der *Ephyra* an der unteren Schirmseite entwickelt, werden von Theilen des Schirmrandes überwachsen (daher *Steganophthalmata*) und scheinen überall die Function eines Gehörapparates und Auges zu vereinigen. Der erstere wird durch einen umfangreichen, aus Entodermzellen hervorgegangenen Krystallsack gebildet, während das Auge eine mehr abwärts nach dem Stiel zu gelegene dorsale oder zugleich auch eine ventrale (*Aurelia*) Pigmenteinlagerung ist, die ausnahmsweise (*Nausithoë*) eine lichtbrechende Cuticularlinse enthält. Die höchste Ausbildung aber erreicht der Sinneskörper bei den *Charybdeiden*, indem derselbe ausser dem terminalen Krystallsack in der Wand des ampullenförmig erweiterten Gefässraumes ein höchst complicirt gebautes, aus vier kleinen paarigen und zwei grossen unpaaren Augen zusammengesetztes Sehorgan enthält, an welchem Linse, Glaskörper und Retina zu unterscheiden sind.

Die vier Geschlechtsorgane der Acalephen fallen in Folge ihrer bedeutenden Grösse und zarten Färbung leicht in die Augen, zumal sie wenigstens bei den Schirmquallen oder Discophoren als krausenförmig gefaltete Bänder in besondere Cavitäten des Schirmes, in die sogenannten Genitalhöhlen hineinragen (daher die Bezeichnung *Phanerocarpae* Esch.). Ueberall liegen diese Bänder (Fig. 232 und 233) an der subumbrellaren Magenwand, aus der sie als blattförmige Erhebungen entstanden sind. Die obere Fläche ist vom Gastralepithel, die untere, der Subumbrella zugewendete, vom Keimepithel bekleidet, dessen Elemente mit der weiteren Ausbildung in die Gallerte des Bandes aufgenommen werden. Die Ausbildung der grossen Schirmhöhlen der Discophoren ist auf eine locale Wucherung der subumbrellaren Schirmgallerte im Umkreise der Höhlungen zurückzuführen. In einzelnen Fällen (*Discomedusa*, *Nausithoë*) kann dieselbe jedoch vollkommen unterbleiben. Die reifen Geschlechtsproducte gelangen durch Dehiscenz der Wandung in den Gastralraum und durch die Mundöffnung nach aussen, in manchen Fällen aber durchlaufen die Eier an Ort und Stelle, entweder in den Ovarien (*Chrysaora*) oder an den Mundarmen (*Aurelia*), die Embryonal-Entwicklung. Die Trennung der Geschlechter gilt als Regel. Doch zeigen männliche und weibliche Individuen, von der Färbung der Geschlechtsorgane abgesehen, nur geringfügige Geschlechtsunterschiede, wie z. B. in Form und Länge der Fangarme (*Aurelia*). *Chrysaora* ist hermaphroditisch.

Die Entwicklung erfolgt bei den Schirmquallen mittelst Generationswechsels, und zwar durch die Ammenzustände der *Scyphistoma* und *Strobila*, ausnahmsweise (*Pelagia*) direct. Indessen ist es nicht unwahrscheinlich, dass auch bei den Becherquallen und Beutelquallen (*Charybdeiden*) kein Generationswechsel stattfindet. Ueberall geht aus dem befruchteten Ei nach Ablauf des totalen Furchungsprocesses eine bewimperte Larve als sogenannte *Planula* hervor, welche sich später an dem bei der Bewegung nach vorne gerichteten, dem inzwischen geschlossenen Gastrulamunde gegenüberstehenden Pole festsetzt, während in der Umgebung des von Neuem durchbrechenden Mundes die Ten-

takeln hervorsprossen. (Fig. 235 *a—d.*) Wie bei den jugendlichen Actinien wachsen zuerst (in der Hauptebene) zwei gegenüberstehende Tentakeln hervor, auch nicht genau gleichzeitig, sondern der eine dem andern vorauseilend, so dass der jugendliche, zur Scyphistoma sich ausbildende Larvenleib eine bilateralsymmetrische Gestaltung zeigt. Nachher sprosst rechtwinkelig zur Ebene des ersten Tentakelpaares das zweite Paar in den Radien des Mundkreuzes (Radien erster Ordnung), dann alternirend in minder regelmässiger Folge das dritte und vierte Paar, in deren Ebenen (Radien zweiter Ordnung oder Radien der Gastralfilamente und Genitalorgane) sich bald vier Längswülste der Gastralhöhle bemerkbar machen. Die achtarmige *Scyphistoma* treibt alsbald, und zwar alter-

Fig. 235.

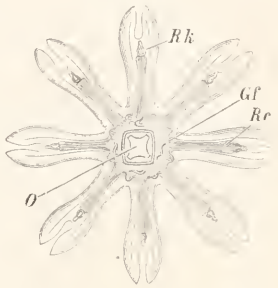


Entwicklung der Planula von *Chrysaora* bis zur achtarmigen Scyphistomaform. *a* Zweischichtige Planula mit der engen Gastralspalte. — *b* Dieselbe nach ihrer Festheftung mit neu gebildeter Mundöffnung (*o*) im Stadium der Tentakelbildung. — *c* Vierarmiger Scyphistomapolyp. *Csk* Ausgeschiedenes Cuticularskelet. — *d* Achtarmiger Scyphistomapolyp mit weit geöffnetem Munde. *M* Längsmuskeln der Gastralwülste.

nirend mit den vorhandenen Tentakeln, in unregelmässiger Aufeinanderfolge acht neue Tentakeln, deren Lage die intermediären Radien der späteren jungen Scheibenqualle oder *Ephyra* bezeichnen. Nach Ausbildung des Tentakelkranzes und Ausscheidung eines hellen basalen Periderms (*Chrysaora*) ist die Scyphistoma zur Fortpflanzung durch Sprossung und Theilung befähigt. Anfangs scheinen sich die Scyphistomen lediglich durch Sprossung zu vermehren. Erst später beginnt die zweite Form der Fortpflanzung, der *Strobilisirungsprocess*, welcher im Wesentlichen auf Abschnürung und Theilung der oberen Körperhälfte in eine Anzahl von Segmenten beruht und die *Scyphistoma* zur *Strobila* gestaltet. Mit diesem nur für die Schirmquallen bekannt gewordenen Vorgang vollzieht sich zugleich die achtgliedrige Gestaltung der peripherischen Theile. Die Lostrennung der Abschnitte schreitet continuirlich von dem oberen Ende nach der Basis der Strobila vor, so dass zuerst nach Rückbildung seiner Tentakeln das Endsegment, dann das zweite Segment und so fort zur Selbst-

ständigkeit gelangen. Acht langgestreckte Schirmlappenpaare, jedes mit einem Randkörper in der Ausbuchtung beider Lappen, bilden den charakteristischen Schirmrand der jungen *Ephyra* (Fig. 235′), welche erst ganz allmälig die besonderen Form- und Organisations-Eigenthümlichkeiten der geschlechtsreichen Scheibenqualle zur Ausbildung bringt.

Fig. 235′.



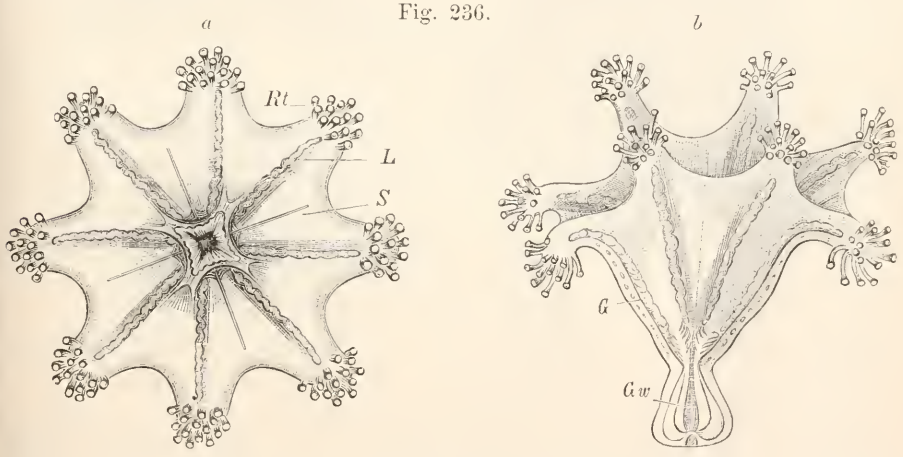
Eine Ephyra von der Mundseite aus gesehen. *Rk* Randkörper, *Gf* Gastralfilament, *Rc* Radiärcanal, *O* Mund.

Viele Quallen sind durch dichte Anhäufungen von Nesselkapseln an der Oberfläche der Scheibe, Mundarme und Fangfäden im Stande, empfindlich zu brennen. Manche, wie z. B. *Pelagia*, besitzen die Fähigkeit zu leuchten. Nach Panceri geht diese Erscheinung vom fettartigen Inhalt gewisser Epithelzellen der Oberfläche aus.

Trotz der Zartheit und leichten Zerstörbarkeit der Gewebe sind von einzelnen grossen Scheibenquallen fossile Reste als Abdrücke (im lithographischen Schiefer von Sohlenhofen) erhalten (*Medusites circularis* u. a. A.).

I. *Tetrameralia.* Viergliederige Acalephen, mit vier gastralen Taschen und ebensoviel Septen.

Fig. 236.



a Eine Becherqualle (*Lucernaria*) von der oralen Fläche betrachtet, etwa achtfach vergrössert. *S* Septen der vier Gastraltaschen, *L* Längsmuskelstreifen mit dem Genitalband, *Rt* Randtentakeln. — *b* Die Becherqualle von der Seite gesehen. *G* Genitalorgane, *Gw* Gastralwulst im Stiel, an der Basis die Fussdrüse.

1. Unterordnung. *Calycozoa* [1]) (Cylicozoa), *Becherquallen.*

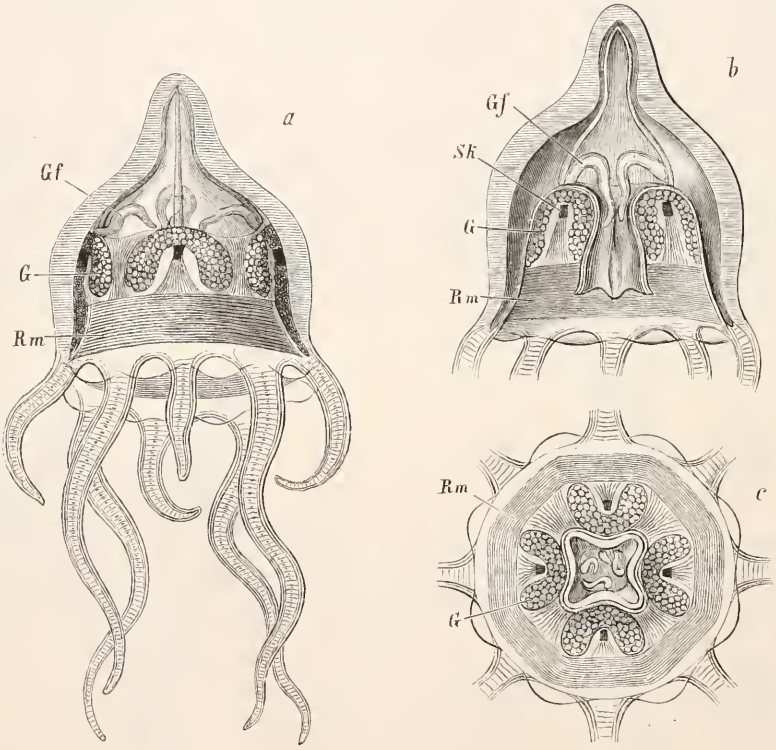
Becherförmige, am aboralen Pole meist festsitzende Acalephen, mit vier weiten, durch schmale Scheidewände getrennten Gefässtaschen und acht armförmigen, mit Tentakeln besetzten Fortsätzen am Umbrellarrande.

Die Becherquallen werden am besten im Anschlusse an die *Scyphistoma* beurtheilt. Man hat sich diese Jugendform ohne Bezugnahme auf ihre ohnedies

[1]) Vergl. Clark, C. Claus, E. Haeckel l. c.

hinfälligen Tentakeln becherförmig ausgezogen und in mehreren der Medusenform eigenthümlichen Merkmalen verändert zu denken. Die vier Gastralwülste, welche bis zur umfangreichen, nach Art einer Subumbrella trichterförmig eingezogenen Mundscheibe reichen, stellen vier Septen dar, welche ebensoviel weite Gastrovasculartaschen trennen, während sich der Rand des Bechers intermediär in acht armförmige Fortsätze auszieht, an welchen Gruppen kurzer geknöpfter Tentakeln entspringen. (Fig. 236.) Doch gibt es auch am aboralen Pole losgelöste und anstatt des Stieles mit einem Scheitelaufsatze versehene

Fig. 237.



Tessera princeps nach E. Haeckel. *a* Die Meduse etwa 20mal vergrössert, von aussen gesehen. *b* Längsschnitt durch die Radien erster Ordnung. *c* Ansicht von der Subumbrellarfläche. *Gf* Gastralfilamente, *G* Geschlechtsorgane, *Rm* Ringmuskel, *Sk* Septalknoten.

freischwimmende Formen, welche hochgewölbte mit acht oder sechzehn Fangarmen versehene scyphistomaähnliche Medusen sind (*Tessera*, *Tesserantha*) und an Stelle der Septen kurze Septalknoten besitzen. (Fig. 237 *a*, *b*, *c*.)

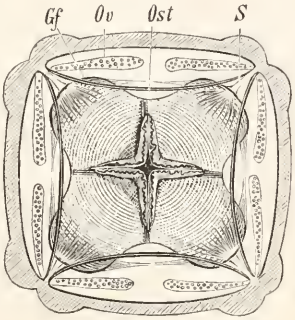
Die Genitalorgane erstrecken sich als acht bandförmige, gefaltete Wülste an der oralen Schirmwand bis in die Arme hinein, paarweise am Grunde je eines Septums in der Tiefe der Gastralhöhle zusammenlaufend.

Die Eier der Lucernarien erfahren nach Fol eine totale Furchung, deren Product eine einschichtige Blastosphaera ist. Diese wird zu einer ovalen zweischichtigen Larve, welche sich mit Wimpern bedeckt, umherschwärmt und

sich schliesslich festsetzt. Wahrscheinlich erfolgt die weitere Entwicklung direct ohne Generationswechsel.

Die Becherquallen sind ausschliesslich Meeresbewohner und zeichnen sich durch den hohen Grad ihrer Reproductionskraft aus. An abgeschnittenen Stielenden soll der Becher von Neuem nachwachsen; ähnlich sollen sich verstümmelte Individuen und selbst ausgeschnittene Zwischenstücke zu vollständigen Thieren ergänzen können.

Fig. 238 *b*.



Die apicale Hälfte der quer durchschnittenen *Charybdea*, von der subumbrellaren Seite betrachtet. Man sieht die vier Mundarme. *Ov* Ovarien an den vier Septen (*S*). *Ost* Ostien der Gastraltaschen, *Gf* Gastralfilamente.

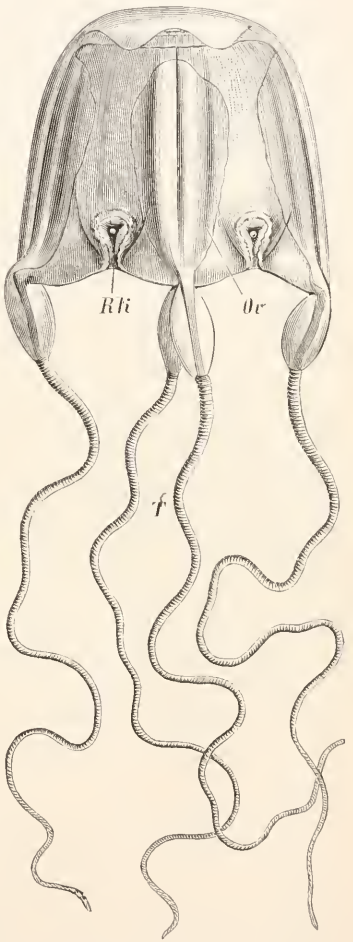
Fam. *Tesseridae*. Mit ungetheiltem Kranzmuskel und 8, beziehungsweise 16 Tentakeln. *Tessera princeps* E. H. (Fig. 237.) *Tesserantha* E. H. *Depastrum cyathiforme* Gosse. Norwegische Küste.

Fam. *Lucernaridae*. Mit achtarmigem Schirmrand und Tentakelbüschel an den Armen. Kranzmuskel in acht Muskelgruppen getheilt. *Lucernaria* O. Fr. Müll. Mit vier weiten Radialtaschen, ohne Genitaltaschen und ohne mit diesen alternirenden Nebenräumen der Magenhöhle *L. quadricornis* O. Fr. Müll., *campanulata* Lmx. *Craterolophus* Clark. Mit Genitaltaschen und vier mit diesen alternirenden Nebenräumen der Magenhöhle. *C. Leuckarti* Tschb. = *helgolandica* R. Lkt., Helgoland.

2. Unterordnung. *Marsupialida, Beutelquallen* [1]).

Viergliederige Acalephen von vierseitiger beutelförmiger Gestalt, mit ganzrandigem, Gefässe enthaltendem Velarium, mit vier senkrecht gestellten Lappenanhängen am Schirmrand, vier bedeckten Randkörpern und ebensoviel weiten, durch schmale Scheidewände getrennten Gefässtaschen.

Fig. 238 *a*.



Charybdea marsupialis in natürl. Grösse. *T* Tentakel, *Rk* Randkörper, *Ov* Ovarien.

Die durch die tiefe beutelförmige Aushöhlung der Subumbrella ausgezeichneten Charybdeen, welche früher wegen des ganzrandigen Velariums zu den Craspedoten gestellt wurden, erinnern zunächst durch dieses Merkmal an die Hydroidmedusen. Indessen weist das Auftreten sowohl von Gastralfilamenten, als von grossen, in Nischenräumen verdeckten Randkörpern auf ihre

[1]) Vergl. C. Claus, Ueber Charybdea marsupialis. Arbeiten des zool. vergl.-anatomischen Instituts etc., Wien, Tom. I, 1879.

Zugehörigkeit zu den Acalephen hin, und diese wird unterstützt durch die gesammte, allerdings viergliederig gebliebene Architektonik, in welcher sie unter mehrfachen Modificationen die Verhältnisse der Lucernariden wiederholen. Wie bei diesen bleiben die Gefässräume weite Taschen, welche von vier schmalen Septen (Verwachsungsstreifen der Gefässlamelle) geschieden werden. (Fig. 238 *a*, *b*.)

Das *Nervensystem* erinnert durch das Vorhandensein eines scharf gesonderten Nervenringes an das der Hydroidmedusen. Derselbe verläuft an der subumbrellaren Seite der Glocke und gewinnt dadurch, dass er sich an der Basis der vier Randkörper vom Rande beträchtlich weiter entfernt als an den Kanten der Glocke, eine ausgeprägt zickzackförmige Gestalt. Die von ihm austretenden Nervenfibrillen versorgen vornehmlich die Muskulatur der Subumbrella und erzeugen an derselben zahlreiche, grosse spindelförmige Ganglienzellen enthaltende Fibrillengeflechte. Grösseren Nerven vergleichbare Fibrillenbündel sind nur in den vier Radien der Randkörper nachweisbar. Letztere erlangen als *Sinnesorgane* einen hohen Grad der Ausbildung, indem der kopfförmig angeschwollene Endabschnitt ausser dem terminalen Krystallsack einen complicirten Sehapparat mit zwei grossen unpaaren Medianaugen und vier kleinen paarigen Nebenaugen zur Differenzirung bringt.

Eine höchst abweichende Gestaltung zeigen die Geschlechtsorgane, welche, von den Gastralfilamenten gesondert, als dünne, ziemlich breite Platten, paarweise an der Seite der vier Scheidewände befestigt, die ganze Länge der Gefässtaschen einnehmen. Ueber die Entwicklungsvorgänge wurde leider bislang nichts Näheres bekannt.

Fam. *Charybdeidae*. *Charybdea marsupialis* Pér. Les. (*Marsupialis Planci* Les.), Mittelmeer. (Fig. 238.)

II. *Octomeralia*. Achtgliederige Acalephen. Mit achtfacher Wiederholung der peripherischen Theile nach der Grundform der *Ephyra*.

3. Unterordnung:[1]) *Discophora* (*Acraspeda*), *Schirmquallen*, *Ephyramedusen*.

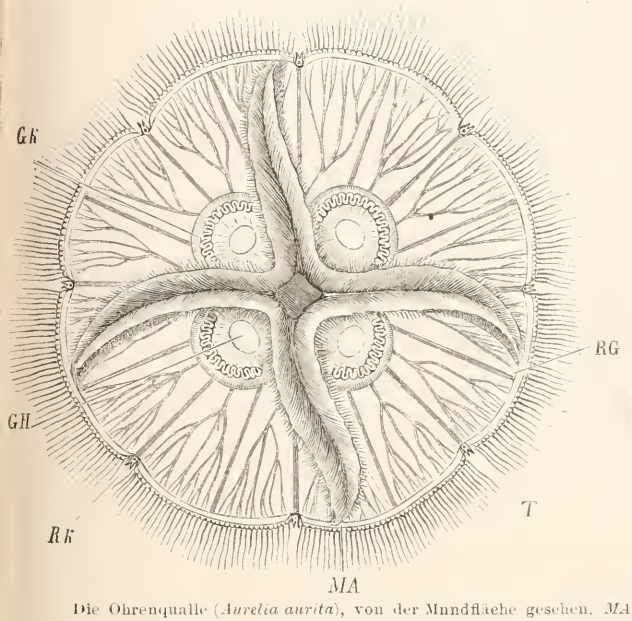
Scheibenförmige Acalephen, mit achtgliederigem gelappten Schirmrand, meist mit acht submarginalen, in Nischen eingefügten Randkörpern und ebensoviel Paaren von Randkörper- oder Augenlappen, in der Regel mit vier grossen Schirmhöhlen der Geschlechtsorgane.

Die Schirmquallen, in der Regel schlechthin als Acalephen benannt, werden von den *Calycozoen* und *Charybdeiden* gegenüber sofort an der flachen, mehr scheibenförmigen Gestalt der Umbrella, der Lappung des Schirmrandes und dem meist bedeutenden Umfange der Mundarme erkannt. Nur ausnahmsweise bewahrt die Umbrella eine hohe Glockenform bei einfacherer, den Calycozoen

[1]) Vergl. ausser Brandt, L. Agassiz, Claus, E. Haeckel l. c. R. v. Lendenfeld, Die Coelenteraten der Südsee. Zeitsch. für wiss. Zool., Tom. XXXVII und XLVII; E. Vanhöffen, Untersuchungen über semaeostome und rhizostome Medusen. Bibliotheca zoologica. Heft II, 1888.

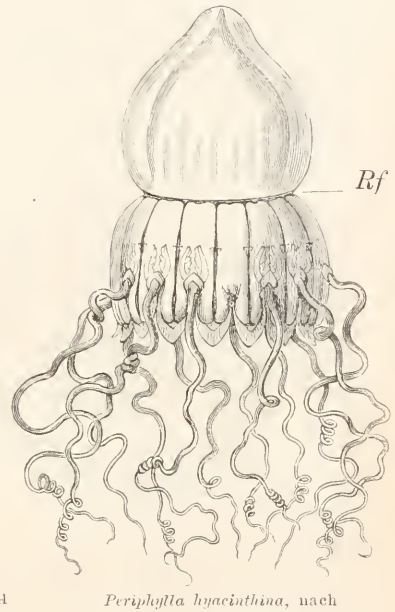
näher gebliebener innerer Gestaltung (*Periphylliden*). So mannigfach dieselbe aber auch, sowie die Lappenbildung des Schirmrandes im Einzelnen differirt, überall ist die letztere auf die acht Lappenpaare der *Ephyra* zurückzuführen, welche als gemeinsame Ausgangsform der Schirmquallen die achtgliederige Architektonik derselben mehr oder minder vollständig zum Ausdruck bringt. (Fig. 235'.) Selbst die *Periphylliden*, welche noch Reste der Septen in vier Septalknoten zeigen und lediglich in den Radien zweiter Ordnung Randkörper besitzen, gestatten eine solche Ableitung. Der bedeutenden Körpergrösse entsprechend, zeigt die quergestreifte subumbrellare Muskulatur eine mächtige Entwicklung, und es bildet unterhalb derselben die Stützlamelle

Fig. 239.



Die Ohrenqualle (*Aurelia aurita*), von der Mundfläche gesehen. *MA* die vier Mundarme mit der Mundöffnung im Centrum, *GK* Genitalkrausen, *GH* Oeffnung der Genitalhöhle, *RK* Randkörper, *RG* Radiärgefässe, *T* Tentakeln am Scheibenrande.

Fig. 240.



Periphylla hyacinthina, nach E. Haeckel. *Rf* Ringfurche zwischen Lappenkranz und Schirmkegel.

dicht gestellte circuläre Falten, durch welche das Muskelepithel mit seinen Ringfasern eine viel ausgedehntere Oberfläche zu seiner Ausbreitung gewinnt.

Die Geschlechtsorgane ragen meist als vier krausenförmig gewundene Bänder in vier subumbrellare, weit geöffnete Schirmhöhlen hinein (Fig. 239), welche nur bei den *Ephyropsiden*, sowie in einzelnen sonstigen Ausnahmsfällen (*Discomedusa*) nicht zur Ausbildung gelangen. Das Keimepithel, welches von einem continuirlichen Entodermbelag überkleidet wird, ist als Entodermbildung nachgewiesen. Die Entwicklung erfolgt mittelst Generationswechsels. Nur selten (*Pelagia*) vereinfacht sich die Entwicklung, indem die Larve mit Uebersprungung des festsitzenden Scyphostoma- und Strobilazustandes direct zur *Ephyra* wird (Krohn).

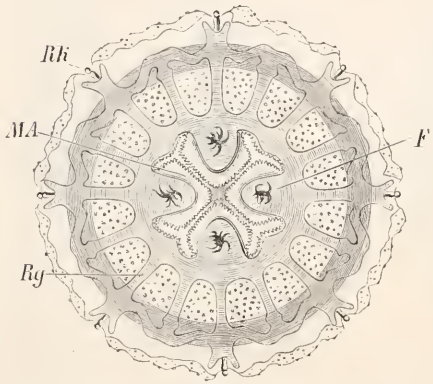
1. *Cathammnata.* Mit vier Septalresten in den Radien zweiter Ordnung, tiefer Ringfurche oberhalb des Lappenkranzes und Verwachsungsstreifen in der Mitte der Schirmlappen.

Fam. *Periphyllidae.* Umbrella hoch glockenförmig mit einer Ringfurche, welche den Lappenkranz vom Schirmkegel abgrenzt, mit vier Septalknoten und vier Randkörpern in den Radien zweiter Ordnung, mit hohlen Tentakeln. (Fig. 240.) Lappenkranz mit einer tiefen Radialfurche in der Mitte eines jeden Lappens, welche einer Verwachsung der umbrellaren und subumbrellaren Magenwand entspricht. *Pericolpa quadrigata* E. H. Mit vier Randfäden. Antarktisch. *Periphylla hyacinthina*, Steenstr. Mit 12 Randfäden. Grönland.

Fam. *Ephyropsidae.* Scheibe klein, ephyraähnlich, mit 4 Septalknoten und 16 communicirenden Magentaschen, welche durch ebensoviele schmale Verwachsungsstreifen getrennt sind, ohne ausgebildete Mundarme, mit acht Randfäden. Die hufeisenförmigen oder paarig getheilten Genitalorgane liegen noch nicht in Schirmhöhlen. *Ephyropsis* Ggbr. (*Nausithoë* Köll.). *E. pelagica* Köll., Mittelmeer und Adria.

2. *Acathammnia.* Ohne Septalknoten, jedoch mit Gastralfilamenten, mit weiten Magentaschen oder engen verästelten Gefässcanälen.

Fig. 241.



Rhizostoma-Larve von 4 Mm. Durchmesser, mit noch einfachen unverwachsenen Mundarmen und grosser centraler Mundöffnung. *MA* Mundarme, *Rg* Radiärgefässe, *Rk* Randkörper, *F* Gastralfilamente.

a) Semaeostomeae. Mit grosser centraler Mundöffnung und vier ansehnlichen, oft gelappten Mundarmen, mit Randfäden an den überaus verschieden gestalteten Lappen des Schirmrandes.

Fam. *Pelagiidae.* Mit weiten Magentaschen und langen Randfäden zwischen den Scheibenlappen. *Pelagia* Pér. Les. Mit acht langen Randfäden in den intermediären Radien, ohne Generationswechsel. *P. noctiluca* Pér. Les., Mittelmeer. *Chrysaora* Pér. Les. Mit 24 langen Randfäden. Radiäre und intermediäre Magentaschen merklich verschieden. *Chr. hysoscella* Esch. Hermaphroditisch. Nordsee und Adria.

Fam. *Cyaneidae.* Mit weiten Magentaschen und bündelweise vereinigten Senkfäden an der unteren Fläche der tiefgelappten dicken Scheibe, *Cyanea* Pér. Les. Mit 16 (acht radiären, acht intermediären) mehr oder minder weiten, am Ende in gezackte dendritische Gefässe der Randlappen auslaufenden Radiärtaschen. *C. capillata* Esch.

Fam. *Aureliidae.* Mit verästelten Radiärgefässen. *Discomedusa* Cls. Mit ansehnlichen Mundarmen und 24 Randfäden, ohne Schirmhöhlen der Genitalorgane. *D. lobata* Cls., Adria. *Aurelia* Pér. Les. Mit fransenähnlichem Tentakelbesatz am Scheibenrande. *A. aurita* L. (*Medusa aurita* L.), Ohrenqualle, Ostsee, Nordsee und Adria. (Fig. 239.) *A. flavidula* Ag., Küste von Nord-Amerika.

b) Rhizostomeae, Wurzelquallen. Ohne centrale Mundöffnung, mit trichterförmigen Spalten an den acht Mundarmen und acht, seltener zwölf Randkörpern an dem gelappten Schirmrand. Zwischen je zwei Randkörperläppchen finden sich meist acht intermediäre Läppchen. Randfäden fehlen. An den aus Ephyren sich entwickelnden Jugendformen bleibt die centrale Mundöffnung noch lange Zeit erhalten, erst später wird dieselbe durch Verwachsung der Lippenränder

geschlossen. Auch sind anfangs nur vier Arme vorhanden (Fig. 241), an deren Rand frühzeitig kleine Tentakelchen sprossen. Später schlagen sich die Armspreiten und ebenso das Terminalstück ventralwärts um, und es wachsen die beiden Ecken jedes Armes zu secundären Armen aus, so dass man vier Armpaare unterscheidet. Schliesslich bilden die gefalteten Säume der vier Armpaare trichterförmige Spalten, die vermeintlichen Saugmündchen, durch welche mikroskopisch kleine Körper in das Rinnen- und Canalsystem der Mundarme geleitet werden. (Fig. 233.)

Fam. *Rhizostomidae*. *Rhizostoma* Cuv. Die Arme enden mit einfachen röhrenförmigen Ausläufern und tragen an der Basis Nebenkrausen. *Rh. Cuvieri* Pér. Les.

Fam. *Cassiopeidae*. Die vielfach verästelten Mundarme mit Nesselkolben und langen Fäden zwischen den terminalen Krausen. *Cotylorhiza* Ag. *C. tuberculata* Esch. (*Cassiopea borbonica* Delle Ch.), Mittelmeer und Adria.

II. Unterclasse. **Hydromedusae** [1]), **Hydromedusen.**

Stöckchen von Polypen ohne Magenrohr und Mesenterialfalten, mit medusoiden Geschlechtsgemmen oder mit kleinen Randsaummedusen (Craspedoten) als Geschlechtsthieren.

Die Polypen und polypoiden Formen sind die aufammenden Generationen und bilden kleine moosartige oder dendritische Stöckchen, die häufig von chitinigen oder hornigen Röhren (Cuticularskelet) umhüllt sind, welche sich zu becherförmigen Gehäusen im Umkreise der Einzelpolypen erweitern können. Stamm und ramificirte Zweige enthalten einen Centralcanal, welcher mit dem Gastralraum aller einzelnen Polypen und polypoiden Anhänge communicirt und den gemeinsamen Nahrungssaft führt.

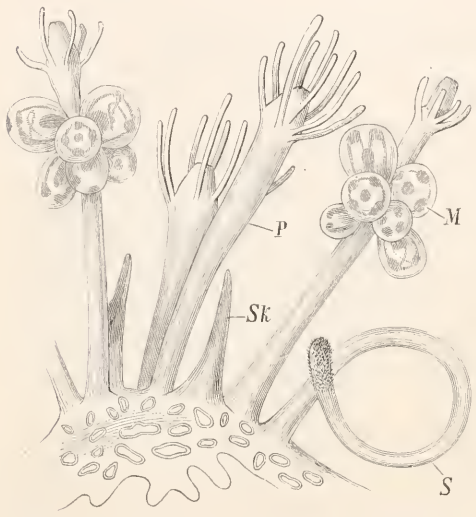
Dem Polypen fehlen Magenrohr und Scheidewände der bewimperten Gastralhöhle. In der Regel bleiben Ectoderm und Entoderm einfach und nur durch eine dünne zwischenliegende Stützlamelle gesondert, die keinerlei zellige Elemente aufnimmt. Sehr verbreitet scheint das Vorkommen von Längsmuskelfasern entweder als unmittelbaren Ausläufern der ectodermalen Epithelzellen (*Hydra, Podocoryne*), oder es können diese Muskeln als selbstständige Lage kernhaltiger Faserzellen in der Tiefe des Epitels zur Sonderung gelangen (*Hydractinia, Tubularia*). Nicht immer sind alle Polypen gleich, zunächst finden sich neben dem Ernährungspolypen proliferirende Polypen, welche die Geschlechtsgemmen an ihrer Wandung erzeugen. Die sterilen Polypen können aber selbst wieder untereinander verschieden sein, und sind hier die mund- und tentakellosen Spiralzooids und Tentakularzooids, sowie die durch die mächtige Entwicklung

[1]) L. Agassiz, Contributions to the Natural History of the United States of America. Vol. III—IV, 1860—1862. G. J. Allman, A monograph of the gymnoblastic or Tubularian Hydroids, Vol. I und II. London, 1871 und 1872. N. Kleinenberg, Hydra. Leipzig, 1872. O. und R. Hertwig, Das Nervensystem und die Sinnesorgane der Medusen. Leipzig, 1878. A. Weismann, Die Entstehung der Sexualzellen bei den Hydromedusen. Jena, 1883. Ferner E. Haeckel, l. c.

des Cuticularskelets ausgezeichneten Skeletpolypen hervorzuheben. Wir finden daher schon bei den Hydroiden den Polymorphismus der Siphonophoren vorbereitet (*Podocoryne*, *Plumularia*). (Fig. 242.)

Geschlechtsproducte werden nur ausnahmsweise im Polypenkörper selbst, und zwar im Ectoderm desselben erzeugt (*Hydra*). Hier fehlen medusoide Geschlechtsthiere, sei es nun in Folge von vollständiger Rückbildung der Anlagen derselben, sei es dass es gar nicht zur Bildung solcher gekommen ist und die ursprünglichen Zustände der einfachsten Cnidarien (*Archhydrae*) sich erhalten haben. Im Gegensatz hierzu sind meist kleine sich lösende Scheibenquallen (*Campanularia gelatinosa* van Ben., *Sarsia tubulosa*), welche früher oder später, oft erst nach längerem freien Leben und nach bedeutender, mit Metamorphose verbundener Grössenzunahme geschlechtsreif werden, die Träger der Geschlechtsstoffe, oder aber aus der Rückbildung solcher abzuleitende medusoide Gemmen, welche in verschiedenem Grade den Bau der Meduse ausgeprägt zeigen: Im letzteren Falle findet sich auf einer höheren Ausbildungsstufe in der Peripherie der Knospe eine mantelartige Umhüllung mit continuirlicher Gefässlamelle oder mit mehr oder minder entwickelten Radiärgefässen (*Tubularia coronata*, *Eudendrium ramosum* van Ben.); im einfachsten Falle nehmen die knospenförmigen Individuen der Geschlechtsgeneration einen Fortsatz der Gastralhöhle des polypenförmigen Trägers oder des Achsencanales vom Hydroidstöckchen auf, in dessen Umgebung sich dann die Geschlechtsstoffe anhäufen (*Hydractinia echinata*, *Clava squamata*).

Fig. 242.



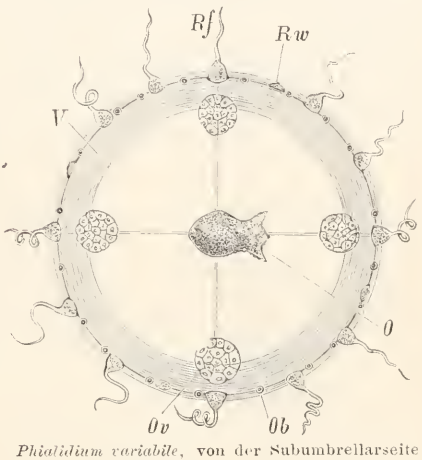
Podocoryne carnea, nach C. Grobben. *P* Polypen, *M* Medusengemmen an proliferirenden Polypen, *S* Spiralzooid, *Sk* Skeletpolyp. (Vergl. die losgelöste Meduse, Fig. 194.)

Die als Hydroidmedusen zu bezeichnenden Scheibenquallen unterscheiden sich von den *Acalephen* durch ihre geringere Grösse — einzelne Formen, wie z. B. *Aequorea*, können freilich mehr als einen Fuss im Durchmesser erreichen — und durch die einfachere Organisation; sie besitzen eine geringere Zahl (4, 6 oder 8) Radiärgefässe, nackte, nicht von Hautlappen bedeckte Randkörper (daher *Gymnophthalmata*, Forbes) und einen muskulösen Randsaum, *Velum* (daher *Craspedota*, Gegenbaur). (Fig. 243). Die Geschlechtsproducte bilden sich an der Wandung der Radiärcanäle oder des Magenstieles stets aus dem Ectoderm und nicht wie bei den Scyphomedusen an der Gastralseite subumbrellarer Höhlungen.

Die hyaline Gallertsubstanz der Scheibenqualle bleibt in der Regel structurlos und entbehrt zelliger Einlagerungen, kann aber von senkrechten Fasern durchsetzt sein, deren Bildung als Zellausläufer wohl im Zusammenhang mit der Genese des Gallertschirmes als Ausscheidungsproduct des anlagernden Ectoderm- und Entodermepithels zu erklären ist.

Der Nervenring am Scheibenrande wird von einem kleinzelligen, Flimmerhaare tragenden Sinnesepithel bedeckt und erscheint als doppelter, von Ganglienzellen durchsetzter Faserstrang. Der umfangreichere *obere Ringnerv* verläuft oberhalb des Velums, der schwächere *untere Ringnerv* hat dagegen seine Lage auf der unteren Seite desselben. Dieser enthält stärkere Fasern, sowie grössere Ganglienzellen und versorgt durch austretende Fibrillenzüge, welche wiederum zu Ganglienzellen anschwellen und einen subepithelialen Plexus zwischen Muskelepithel und Faserschicht bilden, die Muskulatur von Velum und Subumbrella.

Fig. 243.



Phialidium variabile, von der Subumbrellarseite aus dargestellt. *V* Velum, *O* Mund, *Ov* Ovarien, *Ob* Gehörbläschen, *Rf* Randfäden, *Rw* Randwülste.

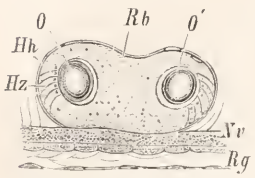
Vom oberen Nervenring, in welchem kleinere Ganglienzellen vorwiegen, treten die Fibrillenzüge zu den Tentakeln, während die Fibrillen der Sinnesnerven von beiden Ringnerven ausgehen können. Die schon seit langer Zeit als Sinnesorgane in Anspruch genommenen *Randkörper* sind entweder Augenflecke (Ocellen) oder Gehörbläschen. Demgemäss sind die Hydroidmedusen entweder Ocellaten oder Vesiculaten.

Bei den letzteren gehören die Gehörbläschen am Scheibenrande der Subumbrellarseite an und enthalten eine oder mehrere in Zellen entstandene Concremente. Jeder concrementhaltigen Zelle liegen eigenthümliche Sinneszellen an, deren bügelförmig gebogene Hörhaare die Concrementzellen berühren. In die Basis jeder Hörzelle tritt eine Nervenfibrille über. (Fig. 244.) Die Gehörorgane der Trachymedusen dagegen entstehen oberhalb des Velums am oberen Nervenring und sind entweder frei vorstehende Kölbchen mit in Entodermzellen entstandenen Otolithen und mit ectodermalen Hörzellen (*Trachynema*), oder wie bei *Geryonia* in die Gallerte hineingerückte und somit blasenförmig umschlossene Bildungen mit den gleichen Zellengruppen. (Fig. 245.)

Fast allgemein herrscht getrenntes Geschlecht, selten findet sich (*Tubularia*) Dioecie. Zuweilen beobachten wir auch an Medusen Knospenbildung (*Sarsia prolifera*) oder Theilung (*Stomobrachium mirabile*). Auch können parasitische Jugendformen von *Cuninen* durch Sprossung Anlass zur Entstehung von Knospenähren an *Geryoniden* geben.

Die Keimzellen scheinen überall aus dem Ectoderm zu entspringen, wenngleich sie nicht selten von der primären Keimstätte aus durch amoeboide Bewegung in das Entoderm übergeführt werden. Ursprünglich mochten dieselben am Mundstiel ihre Lage haben, wo das Keimepithel auch jetzt noch in vielen Fällen im Ectoderm zur Reife gelangt. Von hier aus erfuhren sie schon während der phylogenetischen Entwicklung eine Verschiebung nach der Peripherie in die Radiärcanäle und bei Rückbildung der Meduse zu einer medusoiden Gemme in das Parenchym des Stockes. Auf diese Weise scheint nach Weismann die Erklärung der Thatsache gegeben, dass in der ontogenetischen Entwicklung mancher Hydroiden das Keimepithel am Stocke entsteht und erst später in die Medusengemmen überwandert und hier zur Reife gelangt.

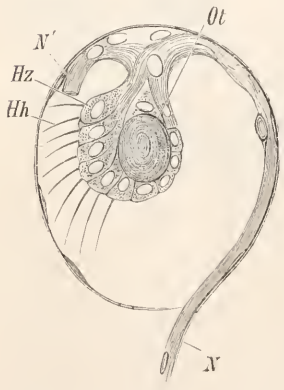
Fig. 244.



Randbläschen mit Nervenring und Ringgefäss von *Octorchis*, nach O. und R. Hertwig. *Rb* Randbläschen, *O*, *O'* zwei Otolithen, *Hz* Hörzellen, *Hh* Hörhaare, *Nv* oberer Nervenring, *Rg* Ringgefäss. (Typus der Gehörorgane der *Vesiculaten*.)

Die Entwicklung des in der Regel einer Dotterhaut entbehrenden Eies ist in neuerer Zeit besonders durch E. Metschnikoff[1]) eingehender verfolgt. Ueberall scheint eine totale Furchung stattzufinden, welche im Umkreis einer geräumigen Furchungshöhle zur Bildung eines einschichtigen Blastoderms führt. Dieses erzeugt eine zweite, entodermale Zellenlage als innere Bekleidung der Gastralhöhle meist mittelst polarer Einwucherung (*Aequorea*). Die kugelige oder ovale Larve setzt sich nun entweder fest, um durch Sprossung zu einem kleinen Hydroidstöckchen zu werden, oder bildet sich frei schwimmend direct zur Meduse aus (*Trachymedusen*).

Fig. 245.



Hörbläschen von *Geryonia* (*Carmarina*), nach O. und R. Hertwig. *N* und *N'* die zutretenden Nerven, *Ot* Otolith, *Hz* Hörzellen, *Hh* Hörhaare. (Typus der Gehörorgane der *Trachymedusen*.)

Die frei gewordenen Medusen erfahren nach ihrer Lösung meist eine weitere Umgestaltung, die nicht nur auf einer Formveränderung des sich vergrössernden Schirmes und Mundstieles, sondern auch auf einer Vermehrung der Randfäden, Randkörper (*Tima*) und selbst Radiärcanäle (*Aequorea*) beruht. Indessen kommt es auch vor, dass die geschlechtsreife Scheibenqualle nach Körpergrösse, Zahl der Randkörper und Tentakeln ganz bedeutende Variationen zeigt (*Phialidium variabile*, *Clytia volubilis*).

Die Schwierigkeit der Systematik wird durch den Umstand erhöht, dass die nächst verwandten Polypenstöckchen verschiedene Geschlechtsformen erzeugen können, wie z. B. *Monocaulus* sessile Geschlechtsgemmen, *Corymorpha* sich loslösende Medusen (*Steenstrupia*) hervorbringen. Auch können übereinstimmend gebaute Medusen, die man zu derselben Gattung stellen würde, von

[1]) E. Metschnikoff, Embryologische Studien an Medusen. Wien, 1886.

Hydroidstöckchen verschiedener Familien aufgeammt werden (*Isogonismus*). Daher erscheint es ebensowenig zulässig, der Eintheilung ausschliesslich die Geschlechtsgeneration zu Grunde zu legen, als die Ammengeneration ohne die erstere zu berücksichtigen.

1. Ordnung. *Archhydrae.* Einzelthiere oder Stöckchen, die selbst ein verkalktes Cuticularskelet erzeugen können, mit Eiern und Zoospermien im Körper des Polypen ohne medusoide Geschlechtsgeneration.

1. Unterordnung. *Hydridae.* Solitäre kleine Polypen ohne cuticulare Röhrchen mit hohlen Tentakeln und beiderlei Geschlechtsstoffen im Ectoderm desselben Polypenleibes.

Fam. *Hydridae. Hydra* L., Süsswasserpolyp. *H. viridis* L., *H. fusca* L., bekannt durch die ausserordentliche Reproductionskraft. Im Sommer pflanzt sich derselbe durch Knospen, im Herbst geschlechtlich fort.

2. Unterordnung. *Hydrocoralliae.* Korallenähnliche Hydroidstöcke mit verkalktem Cuticularskelet. Das aus einem röhrigen Netzwerk gebildete Coenenchym mit in oberflächlichen Poren geöffneten Zellen theils für grössere Nährpolypen, theils für mundlose, mit Tentakeln besetzte Individuen, welche in grösserer Zahl meist kreisförmig um je ein Nährthier angeordnet sind.

Fam. *Milleporidae. Millepora* L. *M. alcicornis* L.

Fam. *Stylasteridae. Stylaster sanguineus* M. Edw. H., *Allopora oculina* Ehrbg.

2. Ordnung. *Hydroidae.* Hydroidstöckchen mit medusoider Geschlechtsgeneration, welche entweder sessil bleibt oder craspedote Medusen repräsentirt. Die Stöckchen sind daher wenigstens dimorph, können aber auch polymorph werden. Auch können sie ganz hinweg fallen und die Medusen sich direct entwickeln.

1. Unterordnung. *Tubulariae* (*Ocellatae*, Augenfleckmedusen). Nackte oder von chitinigem Periderm überkleidete Polypenstöckchen ohne becherförmige Zellen (*Hydrotheken*) in der Umgebung der Polypenköpfchen. Die Geschlechtsgemmen sprossen am Leibe der Polypen oder am Stocke. Die sich lösenden Medusen sind Augenfleckmedusen der Gattungen *Oceania, Sarsia* etc., mit Geschlechtsorganen in der Wand des Magenstieles.

Fam. *Clavidae.* Polypenstöckchen mit chitinigem Periderm. Die keulenförmigen Polypen mit zerstreut stehenden, einfach fadenförmigen Tentakeln. Die Geschlechtsgemmen entstehen am Polypenkörper und bleiben meist sessil. *Cordylophora* Allm. Stock verzweigt mit Stolonen, welche fremde Gegenstände überziehen. Gonophoren oval, dioecisch vertheilt. Im süssen Wasser. *C. lacustris* Allm., *albicola* Kirchp., Elbe, Schleswig. Marine Gattungen sind *Clava* O. Fr. Müll. Verwandt sind die *Eudendriden* mit *Eudendrium ramosum* L., sowie die *Coryniden* mit *Syncoryne Sarsii* Lov. und *Cladonema radiatum* Duj.

Fam. *Hydractinidae.* Polypenstöckchen mit flacher Ausbreitung des Coenenchyms und festen incrustirten Skeletabscheidungen. Die Polypen sind keulenförmig mit einem Kranze einfacher Tentakeln. Neben denselben gibt es auch lange tentakelförmige Polypoiden (Spiralzooids). *Hydractinia* van Ben. Medusengemmen sessil an tentakellosen proliferirenden Individuen. *H. echinata* Flem. *Podocoryne* Sars. Die Geschlechtsgemmen werden als Oceaniden frei *P. carnea* Sars. (Fig. 242 und 181.)

Fam. *Tubularidae*. Polypenstöckchen von chitinigem Periderm überzogen: die Polypen tragen innerhalb des äusseren Tentakelkranzes einen inneren, der Proboscis aufsitzenden Kreis fadenförmiger Tentakeln. Die Geschlechtsgemmen entspringen zwischen beiden Kreisen von Fangarmen. *Tubularia* L. Die Hydroidstöckchen bilden kriechende Wurzelverzweigungen, auf denen sich einfache oder verzweigte Aestchen mit den endständigen Polypenköpfchen erheben. Die Geschlechtsgemmen sessil. *T.* (*Thamnocnidia* Ag.) *coronata* Abilg., dioecisch. *Corymorpha* Sars. Der von gallertigem Periderm umhüllte Stiel des solitären Polypen befestigt sich mit wurzelförmigen Fortsätzen und enthält Radiärcanäle, welche in die weite Magenhöhle des Polypenköpfchens führen. Die freiwerdende Meduse (*Steenstrupia*) glockenförmig, mit einem Randfaden, aber bulbösen Anschwellungen am Ende der unteren Radiärcanäle. *C. nutans* Sars., *C. nana* Alder.

2. Unterordnung. *Campanulariae* (*Vesiculatae*, Randbläschenmedusen). Die chitinigen Skeletröhren erweitern sich in der Umgebung der Polypenköpfchen zu becherförmigen Zellen (*Hydrotheken*). In diese kann das Polypenköpfchen Mundkegel (*Proboscis*) und Tentakeln meist vollständig zurückziehen. Die Geschlechtsgemmen entstehen fast regelmässig an der Wandung proliferirender Individuen, welche der Mundöffnung und der Tentakeln entbehren, und sind bald sessil, bald trennen sie sich als kleine Randbläschenmedusen mit Geschlechtsorganen an den Radiärcanälen (*Eucopiden*, *Geryonopsiden*, *Aequoriden*).

Fam. *Plumularidae*. Die Zellen der verzweigten Hydroidstöckchen einreihig, die Zellen der Nährpolypen mit kleinen, von Nesselkapseln erfüllten Nebenkelchen (Nematocalyx). *Plumularia cristata* Lam., *Antennularia antennina* Lam.

Fam. *Sertularidae*. Verzweigte Hydroidstöckchen, deren Polypen in flaschenförmigen Zellen an entgegengesetzten Seiten der Aeste sich erheben. *Dynamena pumila* L., *Sertularia abietina*, *cupressina* L.

Fam. *Campanularidae* = *Eucopidae*. Die becherförmigen Zellen sitzen vermittelst geringelter Stiele auf, die Polypen besitzen unterhalb ihrer konisch vortretenden Proboscis einen Kreis von Fangarmen. *Campanularia* Lam. Die proliferirenden Individuen sitzen den Verzweigungen auf und erzeugen freie Medusen von glockenförmiger Gestalt mit kurzem vierlippigen Mundstiel, vier Radiärcanälen, ebensoviel Randfäden und acht interradialen Randbläschen. Nach der Trennung bilden sich die Interradialtentakeln aus. *C.* (*Clytia*) *Johnstoni* = *volubilis* Johnst., wahrscheinlich mit *Eucope variabilis* Cls. *Obelia* Pér. Les. Unterscheidet sich von *Campanularia* durch die Medusen. Dieselben sind flach, scheibenförmig und besitzen zahlreiche Randtentakeln, aber ebenfalls acht interradiale Bläschen. *O. dichotoma* L. = (*Campanularia gelatinosa* van Ben., Fig. 207 *a*, *b*), *C. geniculata* L., *Laomedea* Lamx. Die Geschlechtsgemmen bleiben sessil in der Zelle des proliferirenden Trägers. *L. caliculata* Hincks.

Fam. *Aequoriden*. Medusen mit zahlreichen Radiärgefässen und Randtentakeln. *Aequorea* Forsk. *Ac. Forskalina* Ag. Hier schliessen sich die *Geryonopsiden* an. *Octorchis* E. Haeck. *Tima*.

3. Unterordnung. *Trachymedusae*. Medusen mit festem, oft durch Knorpelspangen gestütztem Gallertschirm, mit starren, von solidem Zellenstrang erfüllten Tentakeln, welche auf den Jugendzustand beschränkt sein können (Larven der *Geryoniden*). Entwicklung ohne Hydroidammen durch Metamorphose.

Fam. *Trachynemidae*. Mit starren, kaum beweglichen Randfäden. Die Genitalorgane entwickeln sich an bläschenförmigen Ausstülpungen der acht Radiärcanäle. *Aglaura hemistoma* (*Trachynema ciliatum* Ggbr.), *Rhopalonema velatum* Ggbr., Messina.

Fam. *Aeginidae*. Von flacher, scheibenförmiger Gestalt der knorpelharten Umbrella, mit taschenförmigen Aussackungen des weiten dehnbaren Magenraumes an Stelle der Radiärgefässe. Ringgefäss meist obliterirt und auf einen Zellstrang reducirt. *Canina albescens* Ggbr., Neapel. *Aegineta flavescens* Ggbr. *Aeginopsis mediterranea* Joh. Müll.

Fam. *Geryonidae*. Schirm mit knorpeligen Mantelspangen und vier oder sechs hohlen, schlauchförmigen Randtentakeln. Magenstiel lang, cylindrisch oder konisch, mit rüsselförmigem Mundstück und vier oder sechs Canälen, die in die Radiärcanäle übergehen. Die Geschlechtsorgane liegen an den Radiärcanälen; acht oder zwölf Randbläschen. *Liriope* Less. Mit vier Radialcanälen, vier oder acht Tentakeln und acht Randbläschen. *L. tetraphylla* Cham. Indischer Ocean. *Geryonia* Pér. Les. Mit sechs Radiärcanälen, ohne Zungenkegel. *G. umbella* E. Haeck. *Carmarina* E. Haeck. Mit sechs Radiärcanälen und Zungenkegel. *C. hastata* E. Haeck., Nizza.

III. Unterclasse. **Siphonophorae** [1], **Schwimmpolypen, Röhrenquallen.**

Freischwimmende, polymorphe Hydroidstöcke mit contractilem Stamme, mit polypoiden Ernährungsthieren und medusoiden Geschlechtsgemmen, meist auch mit Schwimmglocken, Deckstücken und Tastern.

In morphologischer Beziehung schliessen sich die *Siphonophoren* unmittelbar an die *Hydroidstöcke* an, erscheinen indessen weit mehr als diese Individuen ähnlich, und zwar in Folge des hoch entwickelten Polymorphismus ihrer polypoiden und medusoiden Anhänge. Die Leistungen der letzteren greifen so innig in einander und sind so wesentlich für die Erhaltung des Ganzen nothwendig, dass wir physiologisch die Siphonophore als Organismus und ihre Anhänge als Organe betrachten können. Dazu kommt die geringe Selbstständigkeit der medusoiden Geschlechtsgeneration, die nur ausnahmsweise (*Velelliden*) die morphologische Stufe der freischwimmenden Meduse erlangt.

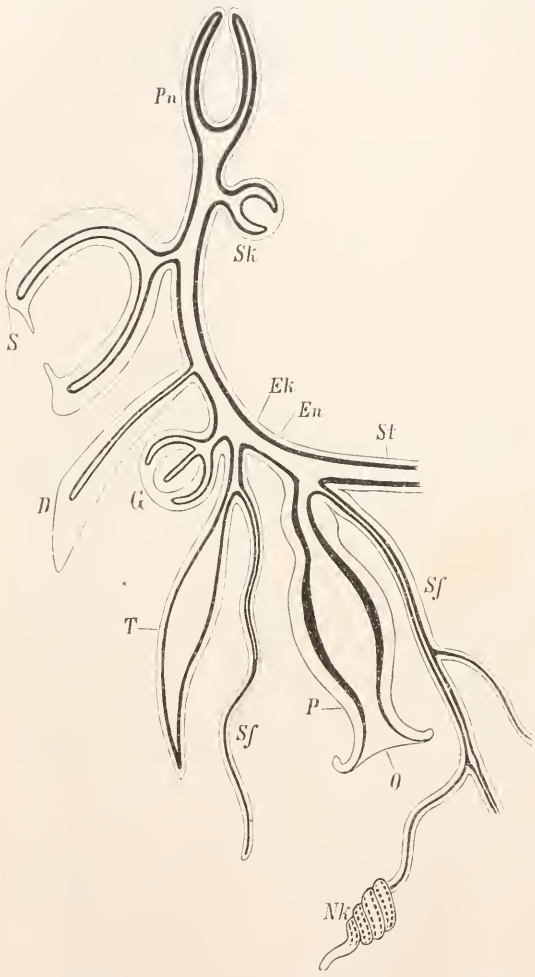
Anstatt des befestigten ramificirten Hydroidstockes tritt ein freischwimmender, unverästelter, selten mit einfachen Seitenzweigen versehener contractiler Stamm (Hydrosom) auf, der häufig in seinem oberen, flaschenförmig aufgetriebenen Ende, Luftkammer oder *Pneumatophor*, oft unterhalb eines apicalen lebhaft gefärbten Pigmentflecks einen Luftsack einschliesst. (Fig. 246.)

Ueberall findet sich in der Achse des Stammes ein Centralcanal, in welchem die Ernährungsflüssigkeit durch die Contractilität der Wandung und durch Wimperbewegungen in Strömung erhalten wird. Der mit Luft gefüllte Sack, welcher in der Spitze des Stammes von radialen Scheidewänden wie

[1] Ausser Kölliker, C. Vogt, Huxley u. A. vergl.: C. Gegenbaur, Beobachtungen über Siphonophoren. Zeitschr. für wiss. Zool., 1853, ferner: Neue Beiträge zur Kenntniss der Siphonophoren. Nova acta. Tom. XXVII, 1859. R. Leuckart, Zoologische Untersuchungen. I. Giessen, 1853, ferner: Zur näheren Kenntniss der Siphonophoren von Nizza. Archiv für Naturgesch. 1854. E. Metschnikoff, Studien über die Entwicklung der Medusen und Siphonophoren. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XXIV, 1874. C. Claus, Ueber Halistemma tergestinum n. s., nebst Bemerkungen über den feineren Bau der Physophoriden. Arbeiten aus dem zool. Institut der Univ. Wien etc., Tom. I, 1878. E. Haeckel, Report on the Siphonophorae collected by H. M. Challenger. 1889. C. Chun. Die Siphonophoren der Canarischen Inseln. Sitzungsber. k. Akad. d. Wiss. Berlin, 1889.

eine Blase getragen wird und sich in manchen Fällen zu einem umfangreichen Behälter ausdehnen kann (*Physalia*), hat die Bedeutung eines hydrostatischen Apparates. Derselbe dient bei den Formen mit sehr langem spiraligen Stamme vornehmlich zur Erhaltung der aufrechten Lage des Siphonophorenleibes und kann in einzelnen Fällen seinem gasförmigen Inhalt freien Austritt durch eine oder mehrere Oeffnungen gestatten. Bei einzelnen Tiefseebewohnern (*Rhodaliden*) soll derselbe durch einen besonderen glockenförmigen, Gas secernirenden Anhang, Aurophor, nach aussen (Fig. 255) ausmünden.

Fig. 246.



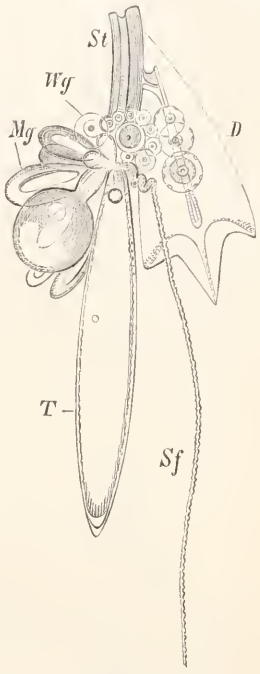
Schema einer *Siphonophore*. *St* Stamm, *Ek* Ektoderm, *En* Entoderm, *Pn* Pneumatophor, *Sk* Schwimmglockenknospe, *S* Schwimmglocke, *D* Deckstück, *G* Genitalgemme, *T* Taster, *Sf* Senkfaden, *P* Polyp, *O* Mundöffnung desselben, *Nk* Nesselknopf.

Die an dem spiralig gedrehten, seltener verkürzten und blasig aufgetriebenen Stamme hervorgesprossten Anhänge, deren Gastralraum mit dem Centralcanal communicirt, erscheinen überall mindestens in doppelter Form: 1. als polypoides Ernährungsthier mit Fangfaden und 2. als medusoide Geschlechtsgemme. Die Nährpolypen (Hydranthen), *Saugröhren* oder *Magenschläuche* genannt, sind einfache, mit einer Mundöffnung versehene Schläuche, die niemals einen Tentakelkranz besitzen, dagegen an ihrer Basis stets einen langen Fangfaden tragen. Dieser kann sich zu bedeutender Länge entfalten und wiederum in Spiraltouren zurückziehen; seltener stellt derselbe einen einfachen Faden dar, in der Regel trägt er zahlreiche unverästelte Seitenzweige, die selbst wieder in nicht minder hohem Grade contractil erscheinen. Stets sind die Fangfäden mit einer grossen Zahl von Nesselkapseln besetzt, welche an manchen Stellen eine sehr dichte und gesetzmässige Anordnung erhalten und namentlich an den Seitenzweigen durch eine besonders dichte Anhäufung grosse, lebhaft gefärbte Anschwellungen, *Nesselknöpfe*, ent-

stehen lassen, an denen sich ganze Batterien verschiedener Sorten dieser mikroskopischen Waffen anhäufen. In ihrer besonderen Gestaltung zeigen die Nesselknöpfe in den einzelnen Familien, Gattungen und Arten charakteristische Abweichungen, welche werthvolle systematische Anhaltspunkte liefern.

Die zweite Form von Anhängen, die *Geschlechtsgemmen*, bringen meist einen glockenartigen Mantel mit Ringgefäss und Radiärgefässen in der Umgebung des mit Eiern oder Samenfäden gefüllten centralen Stieles oder Klöpfels zur Entwicklung. Gewöhnlich entspringen sie traubenförmig gruppirt an der Basis von Tastern, seltener von Ernährungspolypen, z. B. *Velella*. Männliche und weibliche Zeugungsstoffe entstehen durchgängig gesondert in verschieden gestalteten Knospen, finden sich aber meist in unmittelbarer Nähe monoecisch an demselben Stocke vereinigt (Fig. 247); indessen gibt es auch *dioecische* oder, wenn man die Gemmen als Geschlechtsorgane betrachtet, getrennt geschlechtliche Siphonophoren, z. B. *Apolemia uvaria* und *Diphyes acuminata*. Häufig trennen sich die reifen Geschlechtsmedusoiden von dem Stocke, nur selten werden sie als kleine Medusen frei (*Chrysomitra* der Velelliden), um erst während des freien Lebens die Geschlechtsstoffe zu erzeugen.

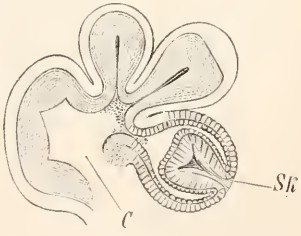
Fig. 247.



Ein Stück Stamm mit Anhängen von *Halistemma tergestinum*. *St* Stamm. *D* Deckstück, *T* Taster, *Sf* Senkfaden desselben, *Wg* weibliche, *Mg* männliche Geschlechtsgemmen.

Ausser den constanten Nährpolypen und medusoiden Geschlechtsgemmen gibt es aber noch inconstante Anhänge, ebenfalls modificirte Polypoide oder Medusoide. Es sind dies die *mundlosen* wurmförmigen *Taster*, welche wie die Polypen einen freilich einfacheren und kürzeren Fangfaden ohne Seitenzweige und Nesselknöpfe tragen, ferner die blattförmigen, knorpelig harten *Deckschuppen*, die als Schutzorgane der Polypen, Taster und Geschlechtsknospen dienen, und endlich die als *Schwimmglocken* bekannten Anhänge unterhalb des Pneumatophors. Die letzteren wiederholen, wenngleich in *bilateral symmetrischer* Gestaltung, den Bau der Meduse, entbehren aber des Mundstiels und der Mundöffnung, sowie der Tentakeln und Randkörper. Dafür aber erlangt im Zusammenhange mit der ausschliesslich locomotiven Leistung die tief glockenförmig ausgehöhlte Subumbrella, der Schwimmsack, eine um so bedeutendere Ausdehnung und kräftigere Muskelbekleidung. Alle Anhänge entwickeln sich aus Knospen mit Ectoderm, Entoderm und Centralraum,

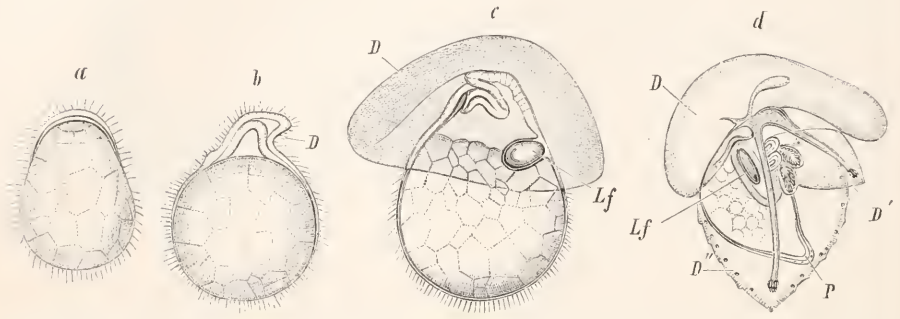
Fig. 248.



Knospengruppe einer *Physophoride* an der Basis der Luftkammer. *C* Centralhöhle, *Sk* Schwimmglockenknospe mit dem sich aushöhlenden Knospenkerne.

welcher mit der Centralhöhle des Stammes communicirt. Bei den Schwimmglocken und Genitalgemmen liefert eine ectodermale Einwucherung (Knospen-

Fig. 249.



Entwicklung von *Agalmopsis Sarsii*, nach Metschnikoff. *a* Bewimperte Larve, *b* Stadium mit Anlage des Deckstückes (*D*), *c* Stadium mit kappenförmigem Deckstück (*D*) und Luftkammeranlage (*Lf*), *d* Stadium mit drei Deckblättern (*D, D' D''*), Polypen (*P*) und Senkfaden.

Fig. 250.

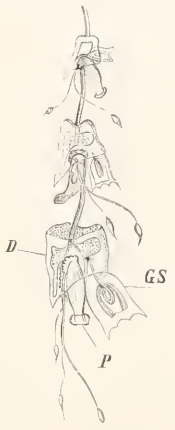
Kleiner Larvenstock von *Agalmopsis* nach dem Typus der *Athorybia*. *Lf* Luftkammer, *D* Deckstück, *Nk* Nesselknopf, *P* Polyp.

kern) die Bekleidung der Subumbrella beziehungsweise die Geschlechtsstoffe. (Fig. 248.)

Die grossen Eier, welche häufig nur in einfacher Zahl den Knospenkern der weiblichen Geschlechtsgemme füllen, entbehren der Dottermembran und erfahren nach der Befruchtung eine regelmässig totale Dotterklüftung. An dem freischwimmenden Larvenkörper bildet sich zuerst eine Schwimmglocke (*Diphyes*) aus, oder der obere Theil der Larve wird zu einem kappenförmigen Deckstück nebst Luftsack, der untere zu dem primären Nährpolypen (*Agalmopsis*). Indem neue Knospen zu blattförmigen Deckstückchen werden, kommt es zur Ausbildung eines kleinen Stockes mit provisorischen Anhängen, welche die Siphonophorenentwicklung als eine Metamorphose aufzufassen gestatten. (Fig. 249 und 250.) Der nach Auftreten eines Fangfadens mit provisorischen Nesselknöpfen durch neue Deckstücke vervollständigte Kranz von Deckschuppen persistirt nur bei *Athorybia*, bei der es überhaupt nie zur Bildung einer Schwimmsäule mit Schwimmglocken kommt. Bei *Agalmopsis* und *Physophora* fallen die primären Deckstücke der Larve mit der Streckung des Stammes ab und werden dann durch Schwimm-

glocken ersetzt. Phylogenetisch wird man die Siphonophoren von einem der Hydractinia ähnlichen Hydroidstöckchen [1]) abzuleiten haben, welches, ohne einen Befestigungspunkt zu gewinnen, flottirend sich weiter ausgebildet hat. Andere Forscher glauben eine proliferirende Hydromeduse zum Ausgang nehmen und die Siphonophore auf einen polymorphen Medusenstock mit dislocirten Organen, Magenschläuchen, Senkfäden etc. zurückführen zu können.

Fig. 252.



Stück einer *Diphyide*, nach R. Leuckart. *D* Deckstück, *GS* Genitalschwimmglocke, *P* Polyp mit Fangfaden. Die Individuengruppe trennt sich als *Eudoxia*.

Fig. 251.

Diphyes acuminata, etwa achtfach vergrössert. *Sb* Saftbehälter in der oberen Schwimmglocke.

1. Unterordnung. *Calycophoridae*. Mit langem, des Luftsackes entbehrendem Stamme und zweizeiliger (*Hippopodiidae*) Schwimmsäule oder mit zwei grossen gegenüberstehenden Schwimmglocken, selten mit nur einer Schwimmglocke. Taster fehlen. Die Anhänge entspringen gruppenweise in gleichmässigen Abständen und können in einen Raum der Schwimmglocken zurückgezogen werden. Jede Individuengruppe besteht aus einem kleinen Nährpolypen nebst Fangfaden mit nackten nierenförmigen Nesselknöpfen und Geschlechtsgemmen, zu denen in der Regel noch ein schirm- oder trichterförmiges Deckstück hinzukommt. (Fig. 251.) Dieselben lösen sich bei einigen *Diphyiden* als *Eudoxien* vom Stammesende zu selbstständiger Existenz ab. (Fig. 252.) Die Geschlechtsmedusoiden enthalten zahlreiche Eier in dem oft zapfenförmig aus der Mantelöffnung vorstehenden Manubrium.

1. Fam. *Monophyidae*. Mit einer einzigen grossen Schwimmglocke am oberen Stammende. *Monophyes* Cls. *M. irregularis* Cls. *M.* (*Sphaeronectes*) *gracilis* Cls. mit *Diplophysa inermis* Ggbr., Mittelmeer.

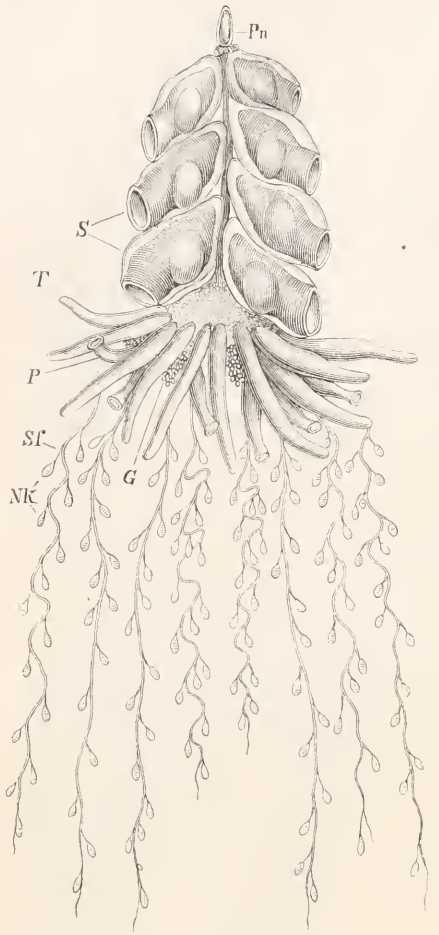
2. Fam. *Diphyidae*. Mit zwei sehr grossen, einander gegenüberstehenden Schwimmglocken am oberen Ende des Stammes. *Diphyes acuminata* Lkt. (Fig. 251). dioecisch mit *Eudoxia campanulata*. *Abyla pentagona* Esch. mit *Eudoxia cuboides*, Mittelmeer. *Praya maxima* Ggbr., Mittelmeer.

3. Fam. *Polyphyidae*. Mit zweizeiliger Schwimmsäule an einer oberen seitlichen Abzweigung des Stammes (Nebenachse) ohne Deckstücke. Die Geschlechtsgemmen in Form von Träubchen an der Basis der Nährpolypen. *Hippopodius luteus* Forsk., Mittelmeer.

2. Unterordnung. *Pneumatophoridae*, Blasenträger. Mit kurzem, sackförmig erweitertem (Fig. 253) oder langgestrecktem spiraligen (Fig. 254) Stamme mit flaschenförmigem Luftsack, in der Regel mit Schwimmglocken,

[1]) Vergl. C. Claus, Ueber das Verhältniss von Monophyes zu den Diphyiden. Arbeiten aus dem zool. Institute der Univ. Wien etc. Tom. V, 1884.

Fig. 253.



Physophora hydrostatica. *Pn* Pneumatophor, *S* Schwimmglocken, zweireihig an der Schwimmsäule angeordnet, *T* Tentakel, *P* Polyp oder Magenschlauch nebst Senkfaden (*Sf*), *Nk* Nesselknöpfe an demselben, *G* Genitaltäubchen.

Fig. 254.

Halistemma tergestinum. *Pn* Pneumatophor, *S* Schwimmglocken, *P* Nährpolyp, *T* Tasterpolyp, *D* Deckstück, *Nk* Nesselknöpfe am Senkfaden.

welche unterhalb der Luftkammer eine zwei- oder mehrzeilige Schwimmsäule zusammensetzen. Deckstücke und Taster sind meist vorhanden und wechseln mit den Polypen und Geschlechtsgemmen in gesetzmässiger Anordnung. Die weiblichen Gemmen mit je einem Ei.

1. Fam. *Agalmidae*. Stamm ausserordentlich langgestreckt und spiralig gewunden, mit zwei- oder mehrzeiliger Schwimmsäule. Deckstücke und Tentakeln vorhanden. *Forskalia contorta* M. Edw., Nährpolypen an stielförmigen Seitenanhängen des Stammes,

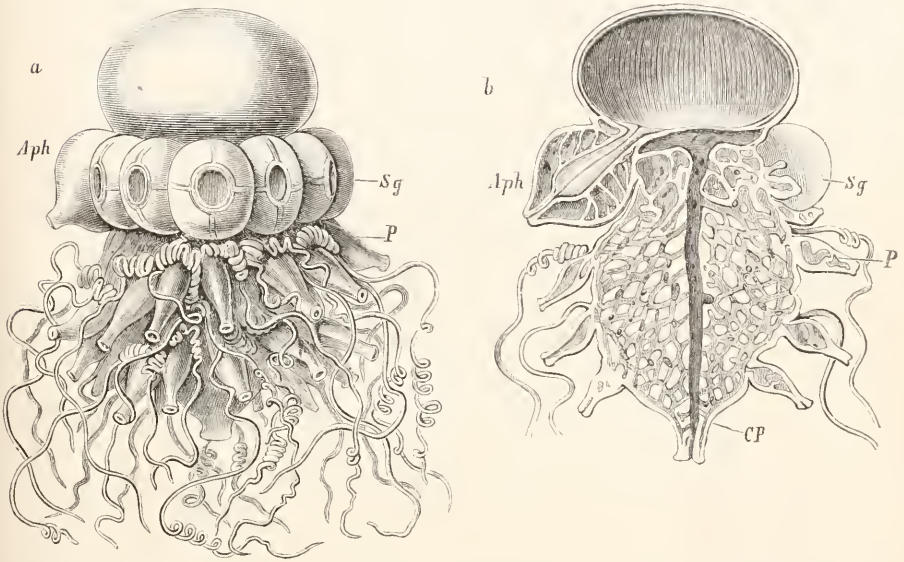
welche zahlreiche Deckschuppen tragen. *Halistemma* Huxl., Taster und Deckschuppen unmittelbar am Stamme. *H. rubrum* Vogt, Mittelmeer. *H. tergestinum* Cls. (Fig. 254.) *Agalmopsis Sarsii* Köll., *Apolemia uvaria* Less., Mittelmeer. Dioecisch.

2. Fam. *Physophoridae.* Stamm verkürzt und unterhalb der zweizeiligen Schwimmsäule zu einem spiraligen Sack erweitert. Deckstücke fehlen. Statt derselben zwei äussere Tasterkränze mit darunter liegenden Geschlechtsträubchen und Nährpolypen nebst Fangfaden. *Physophora* Forsk., *Ph. hydrostatica* Forsk., Mittelmeer. (Fig. 253.)

3. Fam. *Athorybiadae.* Mit einem Kranze wirbelförmig gestellter Deckstücke an der Stelle der Schwimmsäule. *Athorybia rosacea* Esch., Mittelmeer.

4. Fam. *Rhodalidae.* Mit grossem Pneumatophor, unterhalb desselben ein Kranz von Schwimmglocken, zwischen diesen in der Mittellinie ein Sack mit nach aussen geöffnetem Luftgang (Aurophor). Stamm eiförmig mit knorpelhartem, von einem Canalnetz durch-

Fig. 255.



Stephalia corona nach E. Haeckel. *a* Seitenansicht. *Aph* Aurophor oder ausführender Abschnitt des Pneumatophors. Unterhalb des letzteren ein Kranz von Schwimmglocken (*Sg*), dann die Polypen oder Magenschläuche (*P*) mit ihren Senkfäden und der Centralpolyp. *b* Sagittalschnitt. Der Magenraum des Centralpolypen (*CP*) führt in die Centralhöhle des Stammes.

setzten Stützgewebe. Am Stamme Polypen mit Senkfäden und traubenförmigen Geschlechtsgemmen. Tiefseebewohner. *Stephalia corona* E. H. (Fig. 255.) *Angelopsis* Fewk. (*Auralia* E. H.) *Rhodalia* E. H.

5. Fam. *Physalidae.* Stamm zu einer mächtigen Blase erweitert, fast horizontal liegend, mit sehr umfangreichem, apical geöffnetem Luftsack. Schwimmglocken und Deckstücke fehlen. An der Ventrallinie des Sackes sitzen grosse und kleine Nährpolypen mit sehr kräftigen und langen Fangfäden, sowie die an tasterartigen Polypoiden befestigten Geschlechtsträubchen. Die weiblichen Gemmen scheinen freischwimmende Medusen zu werden. *Physalia* Lam., *P. Caravella* Esch. (*Arethusa* Til.), *pelagica*, *utriculus* Esch., Atlant. Ocean.

3. Unterordnung. *Discoideae.* Stamm zu einer flachen Scheibe zusammengedrückt, mit einem Systeme canalartiger Räume (Centralhöhle). Oberhalb

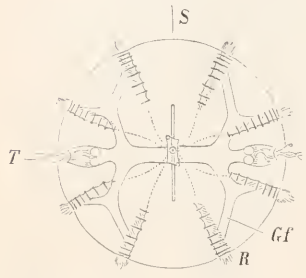
desselben liegt der Luftsack in Gestalt eines scheibenförmigen, aus concentrischen (nach aussen geöffneten) Kammern zusammengesetzten, von Chitin ausgekleideten Behälters. Auf der unteren Fläche der Scheibe sitzen die polypoiden und medusoiden Anhänge, im Centrum ein grosser Nährpolyp und in dessen Umgebung zahlreiche kleinere Polypen, welche an der Basis die Geschlechtsgemmen tragen, endlich folgen nicht weit vom Scheibenrande die Tentakeln. Die Geschlechtsgemmen werden als kleine Medusen (*Chrysomitra*) frei und erzeugen erst lange nach der Trennung die Geschlechtsstoffe.

Fam. *Velellidae*. *Velella spirans* Esch., Mittelmeer. *Porpita mediterranea* Esch.

III. Unterkreis. Ctenophorae[1]), Rippenquallen.

Zweistrahlige Coelenteraten von kugelig walzenförmiger, selten bandförmig gestreckter Gestalt, mit acht meridionalen Reihen von grossen Flimmerplatten (Rippen), mit Magenrohr und gastralen Gefässcanälen, in der Regel mit zwei in Taschen zurückziehbaren Senkfäden.

Fig. 256.



Rippenqualle (*Cydippe*), vom Scheitelpole gesehen. *S* Sagittalebene, *T* Transversalebene, *R* Rippen, *Gf* Gefässsystem.

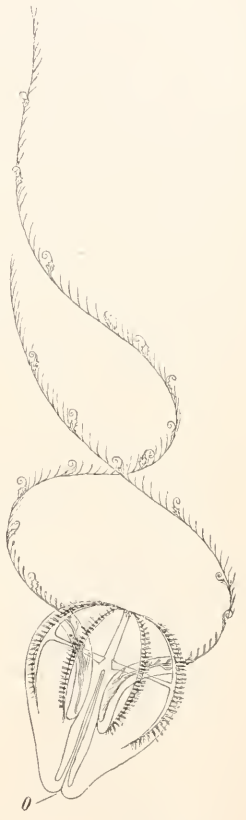
Die Rippenquallen, deren Körperform sich auf die Kugel zurückführen lässt, sind freischwimmende Coelenteraten von gallertiger Consistenz und zweistrahlig symmetrischem Bau. Schon äusserlich erscheint der Leib oft von zwei Seiten comprimirt, so dass man zwei durch die Längsachse zu einander senkrecht gelegte Ebenen als *Sagittalebene* und *Transversalebene* (der Median- und Lateralebene der seitlich symmetrischen Thiere analog) unterscheiden kann. (Fig. 256.) Der Lage dieser *Hauptebenen* entspricht die innere Organisation, indem in die Transversalebene fast alle nur in zweifacher Zahl auftretenden Körpertheile, wie die beiden Senkfäden und Magengefässe, die Leberstreifen des Magens, die Stammgefässe der acht Rippencanäle hineinfallen, während in die Sagittalebene der längere Durchmesser des Magenrohres (daher auch *Magenebene*), die beiden sogenannten Polfelder und die Endgefässe des Trichters (Excretionsröhren) fallen. In die Transversalebene fällt die Compression des Trichters oder die längere Seite des Trichters, weshalb diese Ebene auch als *Trichterebene*

[1]) C. Gegenbaur, Studien über Organisation und Systematik der Ctenophoren. Archiv für Naturgesch., 1856. L. Agassiz, Contributions to the Nat. History of the United States of America. Vol. III. Boston, 1860. A. Kowalevski, Entwicklungsgeschichte der Rippenquallen. Petersburg, 1866, sowie die russische Abhandlung, 1873. H. Fol, Ein Beitrag zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte einiger Rippenquallen. Inauguraldissertation. Jena, 1869. A. Agassiz, Embryology of the Ctenophorae. Cambridge, 1874. C. Chun, Die Ctenophoren des Golfes von Neapel. Leipzig, 1880. R. Hertwig, Ueber den Bau der Ctenophoren. Jen. Zeitschr. für Naturw. 1880. E. Metschnikoff, Ueber die Gastrulation und Mesodermbildung der Ctenophoren. Zeitschr. für wiss. Zoologie, Tom. XLII, 1885.

bezeichnet wird. Da beide Ebenen den Körper in congruente Hälften zerlegen und eine differente Bauch- und Rückenfläche fehlt, so bleibt die Anordnung eine zweistrahlige und ist keine bilateral-symmetrische. Wohl aber ist jede Hälfte für sich als Antimer bilateral-symmetrisch. Durch die sich kreuzenden Schnittflächen beider Ebenen zerfällt der Körper in vier paarweise (nach der Diagonale) untereinander congruente Quadranten.

Die Bewegung des Körpers wird vornehmlich durch die regelmässigen Schwingungen von hyalinen Cilienplatten bewirkt, welche in acht meridionalen Reihen über die Oberfläche des Körpers in der Weise vertheilt sind, dass jedem Quadranten ein Paar von Plättchenreihen, sogenannten Rippen (eine subsagittale und eine subtransversale Reihe) zugehört. (Fig. 257.) Daneben kommt für die Bewegung des Körpers die durch Muskelfasern des Gallertgewebes bewirkte Contractilität in Betracht, welche bei den bandförmigen *Cestiden* sogar zu lebhaften Schlängelungen des gesammten Körpers führt.

Fig. 257.



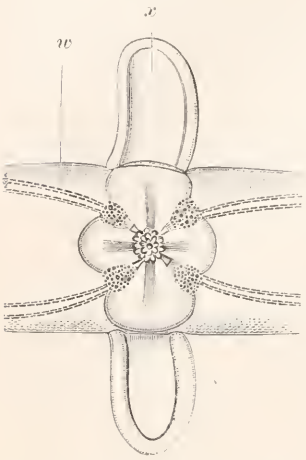
Cydippe (Hormiphora) plumosa, nach C. Chun. *O* Mund.

Die Mundöffnung, zuweilen von schirmförmigen Lappenfortsätzen des Gallertgewebes umgeben, führt in ein weites (*Beroë*) oder in ein enges und dann plattes und breites, mit zwei Leberstreifen bekleidetes Magenrohr, dessen hintere durch Muskeln verschliessbare Oeffnung mit der als *Trichter* bekannten Gastralcavität communicirt. Das lange Magenrohr ragt mit freier Mündung in den Trichter hinein und ist bis auf die Begrenzung durch die zwei Längsgefässe, welche in der Transversalebene seine beiden Seitenflächen begleiten, ganz vom Gallertkörper aufgenommen. Der überall rechtwinkelig zum Magenrohr comprimirte Trichter entsendet acht Rippengefässe in zweistrahlig symmetrischer Vertheilung (zwei radiale Hauptstämme, vier intermediäre, acht pararadiale Aeste, welche letztere zu den Meridialgefässen unterhalb der Rippen führen), sodann zwei (meist aus einem unpaaren Trichtergefäss entspringende) Trichtergefässe, welche ampullenförmig in je zwei Endsäckchen aufgetrieben, das als Otolithenblase bekannte Sinnesorgan des aboralen Poles umgreifend, durch je eine verschliessbare Oeffnung in einer *Diagonalebene* ausmünden. Auch können aus dem Trichtergrunde zwei Tentakelgefässe entspringen. Die Innenfläche sowohl des Magens als des Trichters und seiner Gefässe erscheint vollständig bewimpert.

Das Nervensystem der Rippenquallen ist bislang nicht ausreichend bekannt. (Fig. 258.) Wenn die Deutung der grossen, mit vibrirenden Otolithen und heller Flüssigkeit gefüllten Blase am aboralen Pole als Sinnesorgan nicht

bestritten werden kann, so wird im Hinblick auf den Organismus der Acalephen sehr wahrscheinlich, dass das Nervencentrum in dem verdickten Boden derselben, der *Otolithenplatte*, enthalten ist, zumal diese noch mit einem zweiten Sinnesorgan, den sagittalen, bereits von Fol als „*Geruchsplatte*" gedeuteten Polfeldern in unmittelbarer Verbindung steht und auch mit den als Locomotionsorgane fungirenden Ruderplättchen der Rippen durch acht Flimmerstreifen, den „Flimmerrinnen", continuirlich zusammenhängt.

Fig. 258.

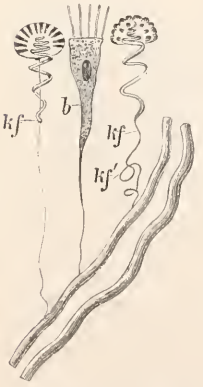


Aborales Ende von *Callianira bialata*, nach R. Hertwig. *x* die beiden Polfelder, *w* die Anfänge der acht Flimmerrinnen. Zwischen denselben im Centrum die Otolithenblase und Nervenplatte.

Selten finden sich im Ectoderm der Ctenophoren wahre Nesselkapseln, dagegen werden dieselben häufig durch eigenthümliche Kleb- oder Greifzellen vertreten, deren Basis in einen contractilen Spiralfaden ausläuft, während das freie, convex vorspringende Ende durch seine klebrige Beschaffenheit an Gegenständen der Berührung haftet. (Fig. 259.)

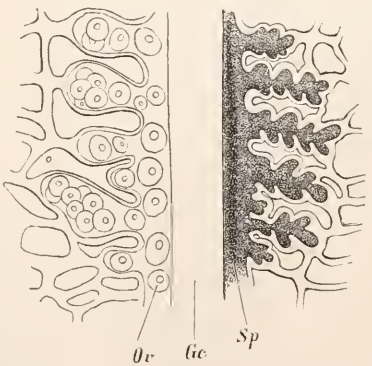
Die Ctenophoren sind Zwitter. Beiderlei Geschlechtsproducte liegen an der Wand der Rippengefässe, beziehungsweise blindsackförmiger Ausstülpungen derselben, bald mehr in localer Beschränkung (*Cestum*), bald in der ganzen Länge des Rippencanals, dessen eine Seite mit Eifollikeln, die andere mit Samenschläuchen besetzt ist (*Beroë*). (Fig. 260.) Die ectodermal entstandenen, vom Entodermepithel überkleideten Keimlager sind von einander durch eine vorspringende Falte geschieden. Eier und Sperma gelangen in den Gastrovascularraum und werden von hier durch die Oeffnungen desselben ausgeworfen.

Fig. 259.



Glatte Muskelfasern, Klebzellen (*kf*) und Tastzellen (*b*) von den Seidenfäden des Tentakels von *Euplocamis stationis*, nach R. Hertwig. *kf'* Verlängerung des contractilen Fadens einer Klebzelle.

Fig. 260.

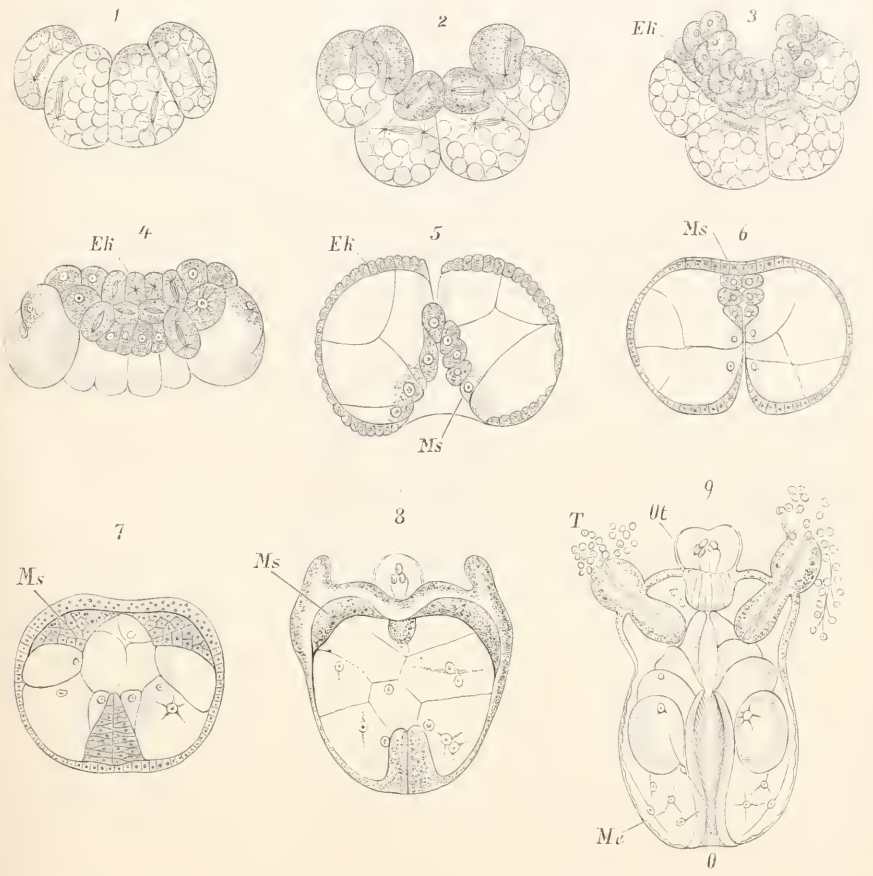


Meridionalgefäss (*Gc*) von *Beroë* mit den Eiern (*Or*) und Zoospermien (*Sp*) in den seitlichen Ausbuchtungen desselben, nach Will.

Der Dotter des befruchteten Eies, von einer weitabstehenden Hülle umschlossen, besteht wie bei vielen Medusen aus einer dünnen, fein granulirten Aussenschicht von protoplasmatischem

Bildungsdotter (Exoplasma) und einem vacuolenhaltigen centralen Endoplasma. Die totale Furchung führt zur Entstehung von zwei, vier, acht Furchungskugeln, an welchen sich die Schichtenbildung des Dotters wiederholt. In dem Stadium der Viertheilung liegen die vier Furchungskugeln so, dass zwei zwischen denselben senkrecht geführte Ebenen den späteren Hauptebenen entsprechen

Fig. 261.



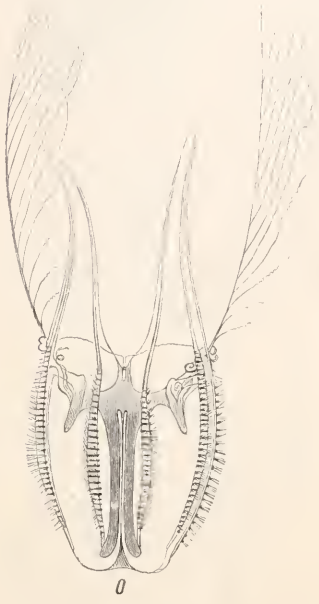
Entwicklung von *Callianira bialata* nach E. Metschnikoff. 1 Stadium der Achttheilung. 2 Stadium von 16 Furchungszellen, die sämmtlich in Theilung sind. 3 Auf den 8 grossen Furchungszellen liegt eine Kappe von etwa 48 Ektodermzellen (*Ek*). 4 Seitliche Ansicht eines weiter vorgeschrittenen Stadiums. 5 Embryo im Stadium der Invagination der Mesodermzellen (*Ms*). 6 Weiter vorgeschrittenes Invaginationsstadium im Sagittalschnitt. 7 Stadium mit gebildetem Mundrohr. 8 Späteres Stadium mit beginnender Tentakelbildung. 9 Fertiger Embryo. *T* Tentakeln (Senkfäden), *Ot* Otolithenblase, *O* Mund, *Me* Gallert (Mesenchym).

und jede der Kugeln einen der vier Quadranten zu erzeugen hat (Fol). Im Stadium der Achttheilung sammelt sich die ganze Masse des feinkörnigen Exoplasmas auf den oberen Enden der Furchungskugeln und schnürt sich zur Bildung von acht neuen kleinen Kugeln ab, die das äussere Keimblatt (*Ek*) entstehen lassen. (Fig. 261, 1—4.) Dieselben zerfallen durch fortgesetzte Theilung in eine grössere

Zahl von kleinen, an der concaven Seite der Anlage liegenden Zellen, welche die acht grossen endoplasmatischen, bald durch Theilung sich verdoppelnden Furchungszellen (Entoderm) umwachsen.

Wie Metschnikoff für *Callianira* nachgewiesen hat, tritt eine wahre Mesodermbildung in Form einer Zellenplatte auf, welche nach fast vollständiger Umwachsung der 16 grossen Entodermzellen seitens der kleinen Ectodermzellen von den ersteren an deren unterer Seite durch Knospung erzeugt wird. Nun beginnt die Invagination der Entodermzellen, mit welcher auch die Mesodermanlage vom unteren Pole her in's Innere des Embryos und bald in die Tiefe der Gastrulahöhle gelangt, deren Urmund am unteren Pole später durch eine secundäre Einstülpung, der Anlage des Magens mit dem bleibenden Munde, ersetzt wird. (Fig. 261, 5, 6 *Ms.*) Die nach dem oberen Pole zu gerückte Mesodermanlage sondert sich schärfer von dem Entoderm und gewinnt nach beträchtlicher Vermehrung ihrer Elemente die Form eines Kreuzes, dessen längere Schenkel in die Transversalebene fallen und das Mesoderm der Tentakeln liefern, während die kurzen sagittalen Arme die in die Gallertausscheidung eintretenden Wanderzellen erzeugen. (Fig. 261, 7—9.)

Fig. 262.



Callianira bialata, nach Chun.

Fig. 263.

Beroë ovatus. *Ot* Otolithenblase, zu deren Seiten die Tentakelchen der Polfelder, *Tr* Trichter.

Die jungen freischwimmenden Rippenquallen sind von den ausgebildeten Geschlechtsthieren durch einfachere, meist kugelige Körperform, geringe Grösse der Senkfäden und Rippen, sowie durch abweichende Grössenverhältnisse des Magens, Trichters und der Gastrovascularcanäle mehr oder minder verschieden. Am auffallendsten ist die Abweichung — von *Cestum* abgesehen — bei den gelappten Rippenquallen, deren Jugendzustände jungen Cydippen ähnlich sehen und des ausgeprägt zweistrahligen Baues noch entbehren. Erst nach längerem Larvenleben vollzieht sich die Umgestaltung, indem die Rippen und deren Canäle in ungleicher Weise wachsen, die tentakelähnlichen Fortsätze hervorsprossen und die den längeren Rippen entsprechenden Körperhälften zwei lappenförmige Auswüchse um die Mundöffnung bilden. Bemerkenswerth

ist die von Chun beobachtete Erscheinung, dass junge *Eucharis* in der heissen Jahreszeit schon als Larven geschlechtsreif werden (*Dissogonie*, Vergl. pag. 127).

Die Rippenquallen leben in den wärmeren Meeren und erscheinen unter geeigneten Bedingungen oft in grosser Menge an der Oberfläche. Sie nähren sich von kleineren und grösseren Seethieren, die sie mittelst der Senkfäden einfangen. Manche, wie die *Beroïden*, welche der Senkfäden entbehren, dagegen einen ausserordentlich weiten Mund besitzen (Fig. 263), vermögen mit diesem relativ grossen Körper selbst Fische aufzunehmen und in ihrem umfangreichen Magenrohr zu verdauen. Obwohl durchschnittlich auf eine geringe Körpergrösse beschränkt, erreichen doch Arten einzelner Gattungen, wie *Cestum*, *Eucharis*, Fusslänge.

Fam. *Cydippidae*. Körper sagittal wenig comprimirt, kugelig bis walzig, mit durchaus gleichmässig entwickelten Rippen, daher scheinbar achtstrahlig, mit zwei Senkfäden. Magen- und Rippengefässe enden blind. *Cydippe hormiphora* Ggbr. = *Hormiphora plumosa* Ag., Mittelmeer. (Fig. 257.) *Callianira bialata* D. Ch. = *Eschscholtzia cordata* Köll., Mittelmeer. (Fig. 262.)

Fam. *Cestidae*. Körper in der Richtung der Sagittalebene bandförmig ausgezogen, mit zwei Senkfäden. *Vexillum parallelum* Fol., Canarische Inseln. *Cestum Veneris* Less., Venusgürtel, Mittelmeer.

Fam. *Lobatae*. Der transversal comprimirte Körper mit zwei schirmartigen Lappen in der Umgebung des Mundes und verhältnissmässig kleinen Senkfäden. *Eurhamphaea vexilligera* Ggbr., Mittelmeer und Atlant. Ocean. *Chiaja papillosa* M. Edw. (*Alcinoë papillosa* Delle Ch. = *neapolitana* Less.). Mittelmeer. *Eucharis multicornis* Will., Mittelmeer.

Fam. *Beroidae*. Der transversal comprimirte Körper mit fransenförmigen Anhängen in der Peripherie der Polfelder, ohne Senkfäden. *Beroë Forskalii* M. Edw. (*albescens* und *rufescens* Forsk.), *Idyiopsis Clarkii* Ag.

III. Thierkreis.

Echinodermata[1]), Stachelhäuter.

Radiärthiere von vorherrschend fünfstrahligem Baue, mit verkalktem, oft stacheltragendem Hautskelet, mit gesondertem Darm und Gefässsystem, mit Nervensystem und Ambulacralsystem.

Der radiäre Körperbau der Stachelhäuter galt lange Zeit als Charakter von typischem Werthe und war seit Cuvier der Hauptgrund, dass man die Echinodermen mit den Quallen und Polypen in dem Thierkreis der *Radiaten*

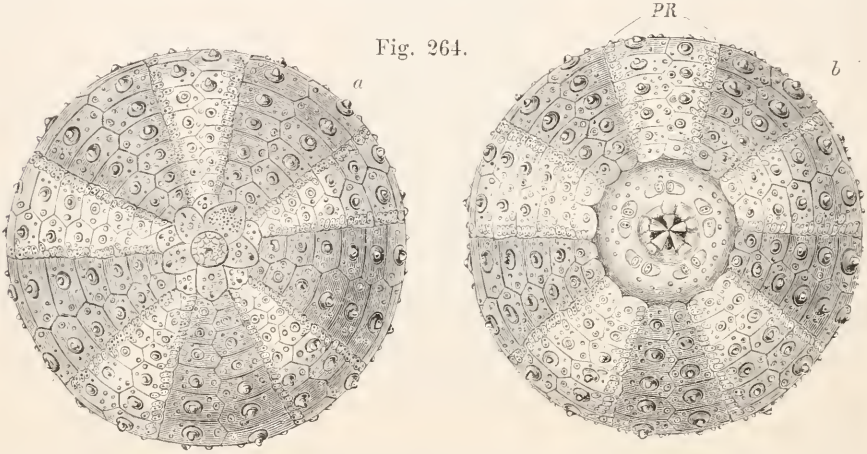
[1]) Fr. Tiedemann, Anatomie der Röhrenholothurie, des pomeranzfarbigen Seesternes und des Stein-Seeigels. Heidelberg, 1820. Joh. Müller, Ueber den Bau der Echinodermen. Abhandl. der Berl. Akad., 1853. Derselbe, Sieben Abhandlungen über die Larven und die Entwicklung der Echinodermen. Abhandl. der Berl. Akad., 1846, 1848, 1849, 1850, 1851, 1852, 1854. A. Agassiz, Embryology of the Starfish. Contributions etc. Vol. V, 1864. E. Metschnikoff, Studien über die Entwicklungsgeschichte der Echinodermen und Nemertinen. St. Petersburg, 1869. H. Ludwig, Morphologische Studien an Echinodermen. Zeitschr. für wiss. Zoologie, 1877—1882. O. Hamann, Beiträge zur Histologie der Echinodermen. Heft I—IV, Jena, 1884—1889.

vereinigte. Erst in neuerer Zeit hat zuerst R. Leuckart die Nothwendigkeit nachgewiesen, die *Echinodermen* von den *Coelenteraten* als Thierkreise zu sondern.

Die Organisation der Stachelhäuter erscheint in der That dem Coelenteratenkreise gegenüber so abweichend und zu einer so viel höheren Stufe vorgeschritten, dass die Zusammenstellung beider Gruppen als Radiaten unzulässig erscheint, umsomehr, als die radiäre Gestaltung Uebergänge zu der bilateralen bietet. Eine besondere und weit höhere, sogar den Würmern überzuordnende Stellung erhalten die Echinodermen durch den Besitz eines gesonderten Darmes und Gefässsystems, sowie durch eine Reihe eigenthümlicher Verhältnisse ihrer Organisation (Ambulacralsystem) und Entwicklung (bilaterale Larven).

Im Allgemeinen herrscht der Numerus fünf im Umkreise der Leibesachse vor. Indessen treten nicht selten auch sechs, neun und mehr Strahlen

Fig. 264.

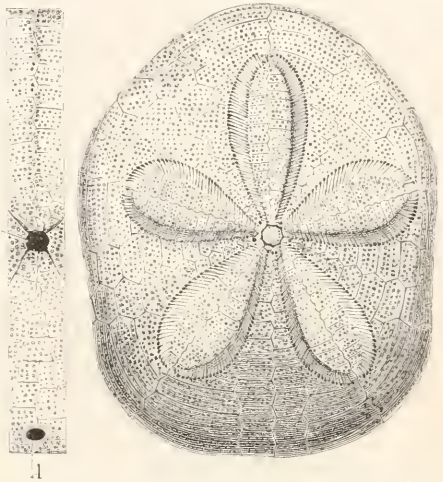


Schale eines noch jungen regulären Seeigels, *Toxopneustes droebrachiensis*. *a* von der Aboralseite. *PR* Porenreihen im vorderen Radius. Den Pol umgibt das Afterfeld, die fünf Interradien schliessen im Umkreis desselben mit den durchbohrten Genitalplatten ab, von denen die rechte vordere zugleich Madreporenplatte ist. Zwischen den Genitalplatten liegen die kleinen, ebenfalls von Poren (für die Sinnestentakeln) durchbohrten fünf Radialplatten. *b* von der Oralseite. Um den Mund mit den fünf Zähnen des Kaugestells liegen auf dem Peristomfelde fünf Plattenpaare mit den Poren der oralen Ambulacralfüsschen.

auf und kommen besonders bei einer grösseren Anzahl von Strahlen für die Wiederholung der gleichartigen Organe Unregelmässigkeiten vor. Gehen wir zur Ableitung der zahlreichen Gestalten, die im Kreise der Echinodermen auftreten, von dem Sphaeroid mit etwas verkürzter Hauptachse und abgeflachten, ungleich gestalteten Polen aus, so wird durch die Hauptachse desselben die Längsachse des radiären Körpers und durch die beiden Pole die Lage der Mundöffnung (oraler Pol) und der Afteröffnung (analer Pol) bestimmt. Durch die Längsachse sind fünf Ebenen denkbar, welche den Körper je in zwei symmetrische Hälften theilen. Die Congruenz dieser Hälften wird durch die differente Bedeutung der beiden Pole verhindert, und es kann nur von einer spiegelbildlichen Uebereinstimmung jener die Rede sein. Die zehn Meridiane, welche, in gleichen Intervallen von einander entfernt, in die fünf Schnittebenen fallen, verhalten sich untereinander insofern abweichend, als fünf alternirende die

Hauptstrahlen, *Radien*, bezeichnen, in denen die wichtigsten Organe, die Nerven, Gefässstämme, Ambulacralfüsse etc. liegen, während ihre fünf gegenüberliegenden Meridiane den fünf Zwischenstrahlen, *Interradien*, entsprechen, in welche ebenfalls bestimmte Organe hineinfallen. Nur bei voller Gleichheit der Strahlen untereinander und der Zwischenstrahlen erhält der Echinodermenleib eine fünfgliedrige radiäre Gestalt (*reguläre Echinodermen*) (Fig. 264); indessen ist leicht nachzuweisen, dass diese reguläre Radiärform wohl niemals im strengen Sinne zur Durchführung kommt. Indem nämlich stets ein oder das andere Organ, z. B. Madreporenplatte, Steincanal, Herz etc., auf die Einheit reducirt bleibt, ohne in die Achse zu fallen, wird ausschliesslich diejenige Theilungsebene, in deren *Radius* oder *Interradius* die unpaaren Organe hineinfallen, die Bedingungen für die Zerlegung des Leibes in zwei spiegelbildlich gleiche Hälften erfüllen können. Thatsächlich bleiben dieselben unerfüllt, da sich die übrigen Organe zu dieser Schnittebene nicht streng symmetrisch verhalten.

Fig. 265.



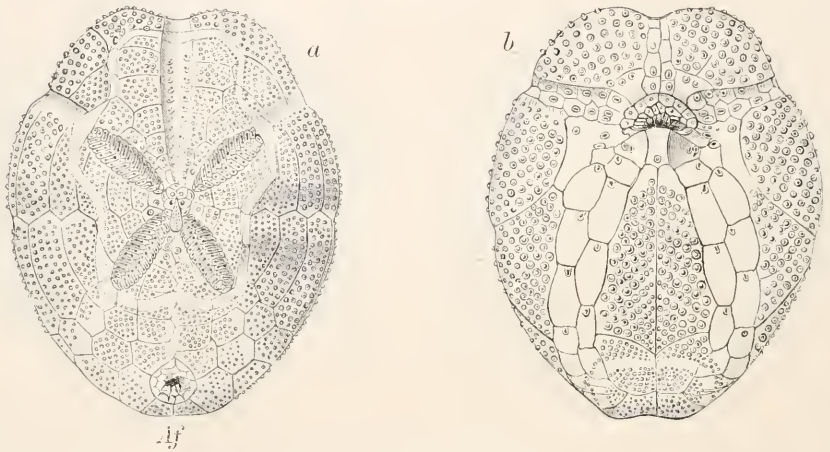
Clypeaster rosaceus von der Aboralseite, in deren Centrum die Madreporenplatte liegt, umgeben von den fünf Genitalporen und der fünfblätterigen Ambulacralrosette. Der unpaare Radius ist nach vorne gerichtet. Zur Seite der mediane Theil von der Oralfläche. *O* Mund, *A* After.

Häufig besitzt nun aber ein Strahl eine ungleiche Grösse und dann tritt selbst an der äusseren Form des Echinoderms eine *Irregularität* entgegen, welche schon äusserlich die bilaterale Symmetrie zum vollen Ausdruck bringt. Der Echinodermleib geht aus einem fünfstrahligen *radiären* in einen zwei- und eingliederigen *bilateralen* über, indem die Ebene des unpaaren Strahles zur Medianebene wird, zu deren Seiten zwei Paare von gleichen Strahlen sich wiederholen. Wir unterscheiden ein *Oben* (Scheitelpol) und *Unten* (Mundpol), ein *Rechts* und *Links* (die beiden paarigen Strahlen und deren Zwischenstrahlen), ein *Vorne* (unpaarer Radius) und *Hinten* (unpaarer Interradius). Bei den *irregulären* Seeigeln aber schreitet die zweiseitig symmetrische Gestaltung weiter vor. Nicht nur dass der unpaare Radius eine abnorme Grösse und Form erhält, dass die Winkel, unter welchen sich der Hauptstrahl mit den Nebenstrahlen schneidet, nur paarweise gleichbleiben, auch die Afteröffnung rückt bei den *Clypeastriden* (Fig. 265) aus dem Scheitelpole nach der ventralen Hälfte in den unpaaren Interradius, während sich bei den *Spatangiden* zugleich der Mund in der Richtung des unpaaren Radius verschoben zeigt und excentrisch wird. (Fig. 266.)

Nur wenige reguläre Echinodermen bewegen sich auf allen fünf Radien und dann selten in der ganzen Länge ihrer Meridiane; weit häufiger wird die

dem Mundpole zugehörige Zone mit Rücksicht auf die Lage bei der Bewegung zur Bauchfläche, indem sie sich abflacht und vorzugsweise oder ausschliesslich Locomotionsorgane besitzt (*ambulacrale Zone*). Durchwegs hat dieses Verhältniss für die irregulären Seeigel Geltung, die sich nun auch nicht mehr nach allen fünf Strahlen gleichmässig, sondern vorherrschend in der Richtung des unpaaren Radius fortbewegen. Indem hier der Mund bei gleichzeitiger Verschiebung des Mundpoles nach dem Vorderrande rückt, scheinen vorzugsweise die beiden hinteren Radien (*Bivium*) zur Bildung der Bauchfläche verwendet (*Spatangiden*, Fig. 266 *b*). Anders dagegen bei den walzenförmigen *Holothurien*. Hier behalten Mund und After ihre normale Lage an den Polen der verlängerten Achse und der Körper flacht sich nicht selten in der Art ab, dass drei Radien (*Trivium*) mit ihren entsprechenden Bewegungsorganen auf die söhlige Bauch-

Fig. 266.



Schale eines irregulären Seeigels der Spatangiden-Gruppe, *Brissopsis lyrifera*. *a* Von der Aboralseite mit zwei Paaren von Genitalporen und der Madreporenplatte am Ende des hinteren Interradius, in welchem auch der After (*Af*) liegt. *b* Von der Oralseite mit dem kieferlosen nach vorn gerückten Munde und der Poren für die Füsschen.

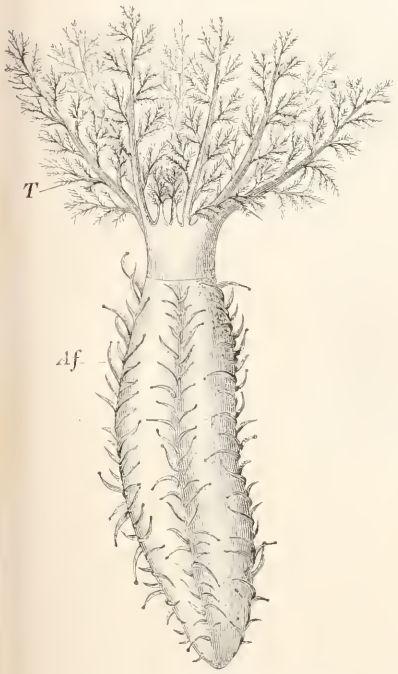
fläche zu liegen kommen. Auch am Körper dieser *Holothurien* unterscheidet man einen unpaaren und zwei paarige Radien, allein der unpaare Radius und dessen Interradius bezeichnen nicht die Richtung von Vorne und Hinten, sondern die Mediane der Bauch- und Rückenfläche.

Bei manchen Echinodermen (*Echinoideen*) herrscht die abgeflachte sphaeroidische Grundform vor. Hier erscheint die Hauptachse verkürzt, der apicale Pol etwas zugespitzt oder auch abgeflacht und die ventrale Hälfte zu einer mehr oder minder ausgedehnten Fläche abgeplattet. (Fig. 12 *a*.) Durch Verlängerung der Achse ergibt sich die cylindrische Walzenform (*Holothurioidea*) (Fig. 267), durch Verkürzung die runde oder bei gleichzeitiger Verlängerung der Radien die pentagonale Scheibe. Verlängern sich die Radien um das Doppelte oder Mehrfache der Interradien, so ergibt sich die Form des bald flachen, bald gewölbten Sternes (*Asteroidea*) (Fig. 13), dessen Arme entweder

einfache Fortsetzungen der Scheibe bilden und Theile des Darmes umschliessen (*Stelleridea, Seesterne*), oder, ohne Darmanhänge aufzunehmen, als selbstständigere und beweglichere Organe von der Scheibe schärfer geschieden, in der Regel einfach (*Ophiuridea, Schlangensterne*), selten verzweigt (*Euryalidae*) sind, auch einfache gegliederte Seitenfäden, Pinnulae (*Crinoidea*), tragen können.

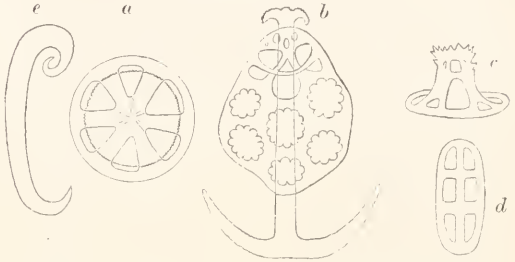
Als wichtiger Charakter der Echinodermen gilt die Verkalkung der bindegewebigen Unterhaut zu einem meist festen, mehr oder minder beweglichen, selbst starren Panzer. Nur bei den Holothurien mit lederartiger Haut bleiben

Fig. 267.



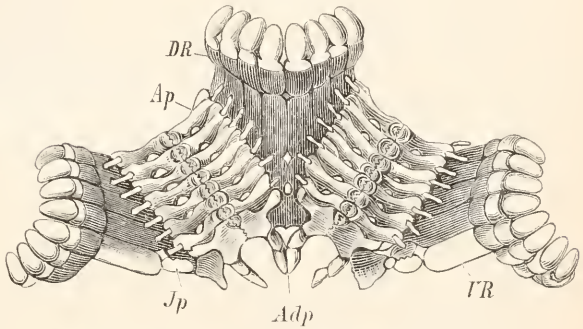
Cucumaria mit ausgestreckten, dendritisch verästelten Tentakeln (*T*). *Af* Ambulacralfüsschen.

Fig. 268.



Kalkkörper aus der Haut von *Holothurien*. *a* Kalkrädchen von *Chirodota*, *b* Anker mit Stützplatte von *Synapta*, *c* Stühlchen, *d* Platten von *Holothuria impatiens*, *e* Haken von *Chirodota*.

Fig. 269.

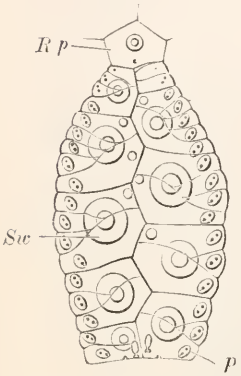


Skeletplatten von *Astropecten Hemprichii*, nach J. Müller. *DR* dorsale Randplatten. *VR* ventrale Randplatten, *Ap* Ambulacralplatten, *Jp* intermediäre Interambulacralplatten, *Adp* vorderste Adambulacralplatten, eine Mundecke bildend.

diese Skeletbildungen (Fig. 268) auf isolirte, bestimmt gestaltete Kalkkörper beschränkt, welche in Form von vergitterten Täfelchen, Rädern oder Ankern in dem Integument eingelagert sind; in diesem Falle ist der Hauptmuskelschlauch kräftig entwickelt und bildet fünf Paare von starken Längsmuskelbündeln, zwischen welchen eine continuirliche Lage von Kreisfasern die innere Oberfläche der Haut auskleidet. Bei den Seesternen und Schlangensternen bildet sich an den Armen ventralwärts ein bewegliches Hautskelet mit inneren, wirbelartig verbundenen Kalkstücken aus, während die Rückenfläche von einer in Höcker und Stacheln auslaufenden, oft mit Kalktafeln erfüllten Haut bedeckt ist. (Fig. 269.) Unbeweglich wird das Hautskelet bei den Seeigeln, indem

zwanzig Reihen von festen Kalkplatten, in Meridiane geordnet und durch Nähte verbunden, eine dicke unbewegliche Kapsel zusammensetzen, welche nur im Umkreis der Pole durch häutige Theile unterbrochen ist. Diese Plattenreihen ordnen sich in zwei Gruppen von je fünf Paaren, von denen die einen in die Radien hineinfallen und von Oeffnungen zum Durchtritt der Ambulacralfüsschen durchbrochen sind (*Ambulacralplatten*, Fig. 270 *P*), die anderen, ebenfalls paarweise nebeneinander laufenden Reihen den Interradien zugehören und jener Poren entbehren (*Interambulacralplatten*, Fig. 264). Am Apicalpole, welcher bei Crinoideen und jugendlichen Echinoideen von einer Platte (Centralplatte) eingenommen wird, findet sich bei den erwachsenen Seeigeln ein von kleinen Kalktäfelchen erfülltes Feld (Periproct) mit der Afteröffnung, in dessen

Fig. 270.



Drittes Ambulacrum eines jungen *Toxopneustes droebachensis* von 3 Mm., nach Lovén. *Rp* Radialplatte, *P* Primärplatten und Tentakelporen, diese in noch fast unverändertem primordialen Bogen. An den Platten sind die Nähte der Primärplatten sichtbar. *Sw* Stachelwarzen.

Fig. 271.

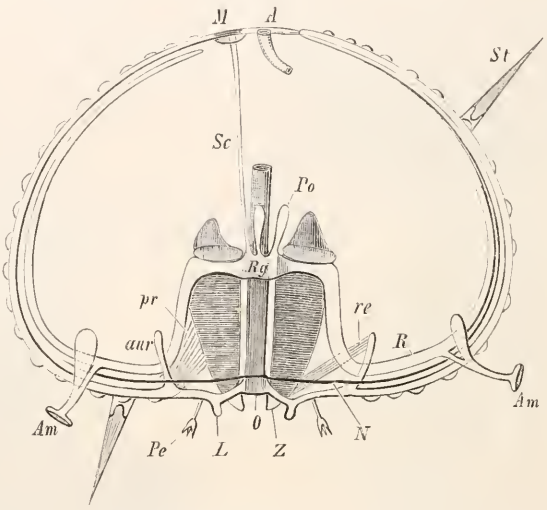


Diagramm zur Darstellung der verschiedenen Organsysteme eines Seeigels, nach Huxley. *O* Mund, *Z* Zähne, *L* Lippen, *aur* Auriculae der Schale, *re* Retractoren, *pr* Protactoren des Zahngestells oder der Laterne, *Po* Poli'sche Blasen, *Rg* Ringgefäss des Ambulacralgefässsystems, *R* Radialgefäss desselben mit den Seitenzweigen zu den Ambulacralfüsschen (*Am*), *Sc* Steincanal, *M* Madreporenplatte, *St* Stachel, *Pe* Pedicellarie, *A* After, *N* Nervensystem.

Umgebung die fünf ambucralen wie interambucralen Plattenreihen je mit einer fünfseitigen Platte abschliessen, die ersteren mit den radialen sogenannten *Ocellarplatten* (Fig. 270 *Rp*), die letzteren mit den interradialen *Genitalplatten*. (Fig. 264.) Die *Crinoideen* besitzen ausser dem Hauptskelet der Scheibe noch einen aus fünfeckigen Kalkstücken gebildeten Stiel, welcher an der Rückenscheibe des Körpers entspringt und sich an feste Gegenstände anheftet.

Als Anhänge des Hautpanzers sind die mannigfach gestalteten Stacheln, sowie die *Pedicellarien* zu erwähnen. Die ersteren sind bei den Seeigeln auf knopfförmigen Tuberkeln beweglich eingelenkt und werden durch besondere Muskeln einer weichen oberflächlichen Hautschicht erhoben und zur Seite gebeugt (Fig. 271 *St*); die *Pedicellarien* (Fig. 272) sind gestielte, beständig klappende, zwei- oder drei-, selten vierschenkelige Greifzangen, welche beson-

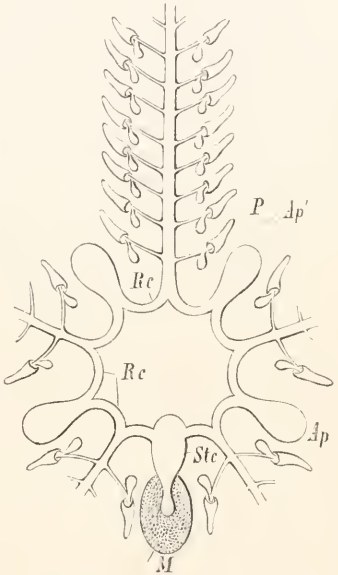
ders den Mund der Seeigel umstellen und auch auf der Rückenfläche der Seesterne sich finden. Sehr verbreitet kommen bei den jetzt lebenden Seeigeln glashelle Körperchen, *Sphaeridien*, vor, welche wahrscheinlich die Bedeutung von Sinnesorganen haben. Bei den Spatangiden treten auf den sogenannten Fasciolen noch knopfförmige bewimperte Borsten, *Clavulae*, auf.

Ein Hauptcharakter der Echinodermen liegt in dem eigenthümlichen System von *Wasser-* oder *Ambulacralgefässen* und den mit denselben verbundenen schwellbaren *Ambulacralfüsschen*. (Fig. 271 und 273.) Dieses *Ambulacralgefässsystem* besteht aus einem den Schlund umfassenden Ringcanal und fünf in den Strahlen liegenden radiären Stämmen, welche an der Innenfläche ihrer Wandung bewimpert und mit einer wässerigen Flüssigkeit gefüllt sind. Meist verbinden sich mit dem Ringgefässe blasige Schläuche, die Poli'schen Blasen und traubige Anhänge, deren Bedeutung nicht näher bekannt ist. Sodann verbindet sich mit demselben ein Steincanal (selten in mehrfacher Zahl vorhanden), welcher die Communication des flüssigen Inhalts mit dem Seewasser vermittelt. Dieser von den Kalkablagerungen seiner Wandung so genannt, hängt entweder in die Leibeshöhle hinein und nimmt von da aus durch die Poren der Wandung Flüssigkeit auf (*Holothurien*), oder endet an der äusseren Körperbedeckung mittelst einer porösen Kalkplatte, *Madreporenplatte*, durch welche das Seewasser in das Lumen des Canalsystems hineingelangt. Die Madreporenplatte wechselt in ihrer Lage mannigfach, indem sie bei den *Clypeastriden* in den Scheitelpol fällt (Fig. 265), bei den *Cidariden* in der Nähe des Scheitels in dem rechten vorderen Interradius (Fig. 264), bei den *Asteriden* ebenfalls interradial auf der Rückenfläche, bei *Euryale* und den *Ophiuriden* auf einem der fünf Mundschilder liegt. Mehrere Steincanäle und Madreporenplatten besitzen z. B. *Ophidiaster*arten und *Echinaster echinites*. Die Madreporenplatte fehlt ausser den *Holothurioïdeen* auch den *Crinoïdeen*, doch sollen Poren der Haut das Wasser in oberflächliche Räume der Leibeshöhle führen, von wo dasselbe in den Steincanal gelangt.

Fig. 272.

Pedicellarie einer *Leiocidaris*, nach Perrier.

Fig. 273.

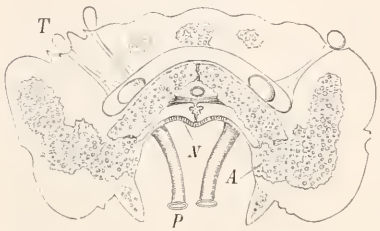


Schematische Darstellung des Ambulacralgefässsystems eines Seesternes. *Rc* Ringcanal, *Ap* Poli'sche Blasen, *Ste* Steincanal, *M* Madreporenplatte, *P* Füsschen an den Seitenzweigen der Radialcanäle, *Ap'* Ampullen derselben.

An den seitlichen Aesten der fünf oder mehrfachen Radialstämme entspringen die als *Ambulacralfüsschen* bekannten Anhänge. Dieselben treten

durch Oeffnungen und Poren des Hautskelets hindurch und ragen als schwellbare, meist mit einer Saugscheibe versehene Schläuche an der Oberfläche des Echinodermenkörpers hervor. (Fig. 274.) An der Eintrittstelle der Gefässästchen finden sich contractile Ampullen, welche den flüssigen Inhalt in die Saugfüsschen eintreiben und dieselben schwellen machen. Dazu kommen semilunare Klappen, welche am Eingang in die Füsschencanäle die Schwellung unterhalten. Indem sich zahlreiche Füsschen strecken und mittelst der Saugscheibe anheften, andere sich zusammenziehen und ihren Fixationspunkt aufgeben, bewegt sich der Echinodermenleib langsam in der Richtung der Radien. Die Anordnung und Vertheilung dieser Anhänge erleidet mannigfache Modificationen. Bald sind dieselben reihenweise in der ganzen Länge des Meridians vom Mundfelde bis zum Periproct entwickelt, *Cidariden* und *Cucumaria*, bald unregelmässig über die ganze Körperfläche oder nur über die söhlige Bauchfläche ausgebreitet, *Holothurien*, bald erscheinen sie auf die Oralfläche beschränkt, wie bei allen *Asteroideen*. Im letzteren Falle unterscheiden wir eine *ambulacrale* von einer *antiambulacralen* Zone, von denen die erstere mit der Bauchfläche, die letztere mit der Rückenfläche zusammenfällt. Indessen zeigen auch die ambulacralen Anhänge einen verschiedenartigen Bau und dienen keineswegs immer zur Locomotion. Ausser den Locomotionsfüsschen können als Anhänge des Wassergefässsystems grosse tentakelartige Schläuche auftreten, welche den Tentakelkranz um den Mund der *Holothurien* zusammensetzen. (Fig. 267.) Andere Anhänge sind blattförmig gefiedert und bilden die auf der vier- oder fünfblätterigen Porenrosette (Fig. 265, 266) sich erhebenden *Ambulacralkiemen* der *Clypeastriden* und *Spatangiden*. Daneben aber besitzen die irregulären Seeigel ganz allgemein auf der Bauchfläche Saugfüsschen, welche bei den *Clypeastriden* fast mikroskopisch klein werden und in sehr bedeutender Zahl in verästelten Reihen oder in unregelmässiger Vertheilung über die ganze Oberfläche verbreitet sind.

Fig. 274.



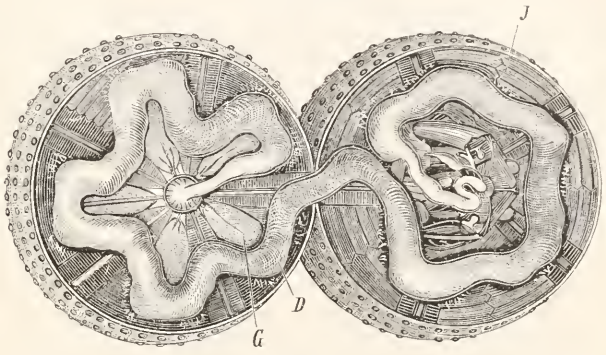
Schema vom Querschnitt eines Armes von *Asteracanthion*, nach W. Lange. *N* Nervensystem, *P* Ambulacralfüsschen, *A* verkalkte Stücke des Integuments, *T* Hauttentakel (Hautkieme).

Die Echinodermen besitzen einen ansehnlich entwickelten Darmcanal, welcher in drei Abschnitte, Speiseröhre, Magendarm und Enddarm, zerfällt und sich meist im Centrum des Scheitels, selten in einem Interradius an der Bauchfläche nach aussen öffnet. (Fig. 275.) Es kann indessen auch der Darm blind geschlossen sein, wie z. B. bei allen *Ophiuriden* und *Euryale*, ferner bei den Gattungen *Astropecten, Ctenodiscus* und *Luidia*, welche der Afteröffnung entbehren. Nicht selten finden sich in der Umgebung des Mundes hervorragende, mit Spitzen besetzte Platten des Skeletes, oder es bilden selbst, wie bei den *Cidariden* und *Clypeastriden*, spitze, mit Schmelzsubstanz überzogene Zähne einen kräftigen, beweglichen Kauapparat, welcher in der Umgebung des

Schlundes durch ein System von Platten und Stäben (Laterne des Aristoteles) gestützt wird. (Fig. 271.) Eine andere Bedeutung hat bei den *Holothurien* der in der Umgebung des Schlundes liegende, aus zehn Platten gebildete Kalkring, welcher zur Befestigung der Längsbündel des Hautmuskelschlauches dient.

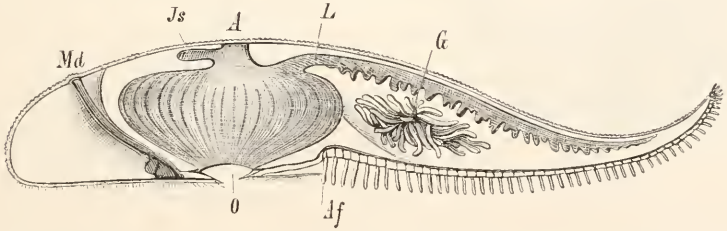
Bei den Seesternen ist der Darmcanal durchwegs kurz, sackförmig und mit blindgeschlossenen, verzweigten Anhängen besetzt, von denen die des Afterdarmes in den Interradien der Scheibe liegen, die des Magendarmes weit in die Arme hineinreichen. Am umfangreichsten erscheinen die letzteren als fünf Paare vielfach gelappter Schläuche. (Fig. 276.) Kürzer sind die fünf in die Zwischenstrahlen fallenden Blindsäckchen des kurzen Rectums, welche vielleicht als Harnorgane fungiren, während die ersteren die verdauende Fläche vergrössern. Bei den übrigen Echinodermen streckt sich der enge Darm zu bedeutender Länge und verläuft entweder, wie bei den Crinoideen (*Comatula*), um eine Spindel in der Achse der Scheibe gewunden, oder, wie bei den *Seeigeln*, in mehrfachem Bogen, an der inneren

Fig. 275.



Seeigel, mittelst Aequatorialschnittes geöffnet, nach Tiedemann. *D* Darmcanal, mittelst Suspensorien an der Schale befestigt, *G* Geschlechtsorgane, *J* Interradialplatten.

Fig. 276.



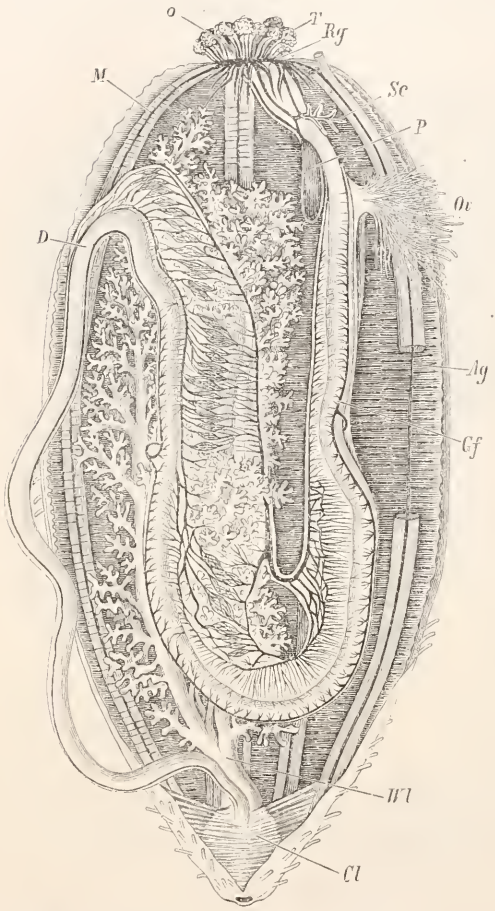
Durchschnitt durch Arm und Scheibe von *Solaster endeca*, nach G. O. Sars, etwas verändert. *O* Mund, der in den weiten Magen führt, *A* After, *L* radialer Blinddarm oder Leberschlauch, *Js* interradialer Schlauch am Enddarm, *Af* Ambulacralfüsschen, *G* Genitalorgan, *Md* Madreporenplatte.

Fläche der Schale durch Fäden und Membranen befestigt. (Fig. 275.) Auch bei den *Holothurien* ist der Darmcanal in der Regel weit länger als der Körper, meist dreifach zusammengelegt und durch eine Art Mesenterium suspendirt. (Fig. 277.)

Das sehr schwierig zu verfolgende *Blutgefässsystem* besteht bei den meisten Echinodermen aus einem ringförmigen Gefässgeflecht im Umkreise des Schlundes. Vom Gefässring strahlen in die Radien ebensoviele sich weiter verzweigende Gefässstämme aus. Dazu kommt ein zweiter Gefässring unter

dem Scheitelpole, welcher Gefässe zu dem Magendarm, sowie zu den Geschlechtsorganen entsendet, bei den Asterien und Seeigeln mit dem oralen Ringgefäss durch ein vermeintliches Herz, nach Ludwig ein dichtes Geflecht contractiler Gefässe, verbunden ist. Hamann bestreitet jedoch das Vorhandensein von Muskelfasern in der Wandung und schreibt dem Organe einen drüsigen Bau zu. Von den *Holothurien* kennt man ausser dem Gefässringe um den Oesophagus nur zwei Gefässstämme mit ihren Verzweigungen am Darme. Das Blut ist eine klare, etwas gefärbte Flüssigkeit, in welcher zahlreiche farblose Blutzellen suspendirt sind.

Fig. 277.



Holothuria tubulosa, der Länge nach aufgeschnitten, nach M. Edwards. *O* Mund im Centrum der Tentakeln (*T*), *D* Darmcanal, *Sc* Steincanal, *P* Poli'sche Blase, *Rg* Ringgefäss des Ambulacralgefässsystems, *Ag* Ambulacralgefäss, *M* Längsmuskeln, *Gf* Blutgefäss des Darmes, *Ov* Ovarium, *Cl* Cloake, *Wl* Wasserlunge.

Besondere *Respirationsorgane* finden sich keineswegs überall. Die gesammte Fläche der äusseren Anhänge, sowie die Oberfläche der im Leibesraume suspendirten Organe und besonders des Darmes scheinen bei dem Austausch der Gase des Blutes in Betracht zu kommen. Das Seewasser tritt, vielleicht durch einzelne Oeffnungen der Madreporenplatte, in den Leibesraum ein und wird durch die Wimperbekleidung desselben und dessen peripherischer Nebenräume (Perihämalcanäle, Schizocoelräume) in lebhafter Bewegung erhalten; auf diesem Wege wird die Oberfläche der inneren Organe stets von Wasser umspült. Als besondere Respirationsorgane betrachtet man die blattförmigen und gefiederten Ambulacralanhänge der irregulären Seeigel (*Ambulacralkiemen*), ferner die blinddarmförmigen, mit der Leibeshöhle communicirenden Schläuche einiger regulären Seeigel und der Asteriden (*Hautkiemen*), welche bei diesen als einfache Röhrchen über die ganze Rückenfläche (Fig. 274) zerstreut sind, bei jenen als fünf Paare verästelter Schläuche in den Ausschnitten der Schale die Mundöffnung umgeben, endlich die sogenannten *Wasserlungen* der Holothurien. Die letzteren sind zwei sehr umfangreiche, baumähnlich verästelte Schläuche, welche mit gemeinsamem Stamme in den

Enddarm einmünden. (Fig. 277.) Das hier vom After aus aufgenommene Wasser kann wiederum mit grosser Gewalt ausgespritzt werden.

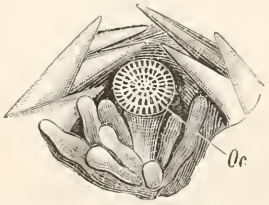
Das *Nervensystem* (Fig. 278) besteht aus fünf (oder mehr je nach der Zahl der Strahlen) in den Strahlen verlaufenden, aus Nervenfasern und Ganglienzellen zusammengesetzten Hauptstämmen, welche bei den *Asteriden* in der häutigen Auskleidung der Ambulacralrinne, nach aussen von den Wassergefässstämmen, an den Blutgefässen liegen (Fig. 274) und zahlreiche Fäden nach den Füsschen, Muskeln der Stacheln und Pedicellarien etc. austreten lassen (Fig. 278.) Dieselben theilen sich um den Mund in gleiche Hälften, welche sich zur Bildung eines ebenfalls Ganglienzellen enthaltenden *Nervenringes* vereinigen. Bei den Seeigeln (Fig. 271), Holothurien und Ophiuriden hat das Nervensystem seine ectodermale Lage aufgegeben und ist in die Cutis, eventuell unter das Hautskelet gerückt. Bei den Crinoideen liegt nur ein kleiner Theil des Nervensystems ectodermal in den Ambulacralfurchen des Kelches und der Arme, der grössere Theil der Nerven ist in das Mesoderm der oralen Körperwand gerückt und besteht aus einem pentagonalen Schlundring und von diesem austretenden Nervenästen. Dazu kommt noch ein drittes System von Nerven im Mesoderm der aboralen Körperwand, in welcher auch bei den Asteriden Nervenzüge im Epithel verlaufen.

Fig. 278.

Schema des Nervensystems eines Seesternes. *N* Nervenring, welcher die fünf ambulacralen Centren verbindet.

Sinneszellen sind in dem verdickten Ectodermbelag, unter welchem die Nervenstämme der *Asteriden* verlaufen, in reicher Menge enthalten, ebenso bei den übrigen Echinodermen an vielen Körperstellen; auch am Ende der Füsschen wurden Sinnesepithelien nachgewiesen. Als Tastorgane betrachtet man die Fühler, welche bei den *Asteriden* und *Ophiuriden* an der Spitze der Arme in einfacher Zahl auftreten, ebenso die Tentakeln der *Holothurien* und die pinselförmigen Tastfüsschen der *Spatangiden*. Aehnliche Sinnesorgane liegen bei den regulären Seeigeln am Scheitel auf den fünf Radialplatten, durch deren Poren sie hindurchtreten. Dieselben wurden früher irrthümlich für Augenflecken gehalten, daher die Platten als Ocellarplatten bezeichnet. Augen kommen bei den *Asteriden* vor. Nach Ehrenberg's Entdeckung liegen dieselben als rothe Pigmentflecken auf der Unterseite der Strahlen im Endtheil der Ambulacralrinne und sind gestielte kugelige Erhebungen, welche unter ihrer convexen, von einer einfachen Hornhaut überzogenen Oberfläche eine grosse Zahl kugelförmiger Einzelaugen bergen. (Fig. 279.) Diese letzteren erscheinen mit ihren Achsen gegen einen gemeinschaftlichen

Fig. 279.

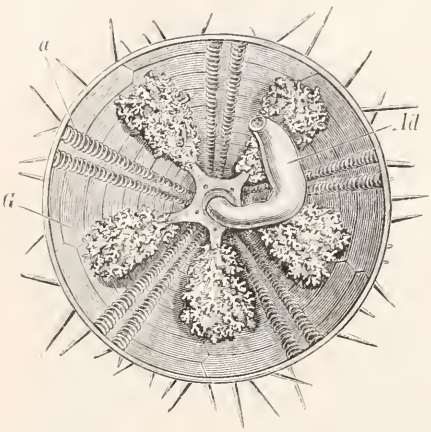


Armende mit dem von Stacheln umstellten Auge (*Oc*) von *Astropecten aurantiacus*, nach E. Haeckel.

Mittelpunkt gerichtet und bestehen aus rothen, einen lichtbrechenden Körper umfassenden Pigmentanhäufungen nebst Nervenapparat. Bei Synapta wurden von Baur Gehörbläschen gefunden und später von Semon bestätigt.

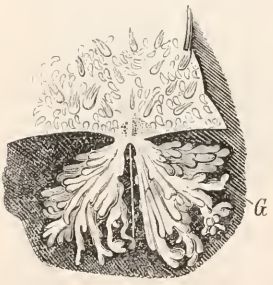
Die *Fortpflanzung* ist vorwiegend eine geschlechtliche, und zwar gilt die Trennung des Geschlechtes als Regel. Nur *Synapta* und *Amphiura* sind hermaphroditisch. Die Fortpflanzungsorgane sind in beiden Geschlechtern äusserst gleichartig gebaut, so dass, wofern nicht der Farbenunterschied der meist milchweissen Samenflüssigkeit und der röthlichen oder gelblichbraunen Eier zur Erkennung des Geschlechtes ausreicht, erst die mikroskopische Prüfung der Contenta die Entscheidung geben kann. Geschlechtsunterschiede der äusseren Form oder bestimmter Körpertheile sind nur in äusserst beschränkter Weise vorhanden, da sich bei dem Ausfall der Begattung die geschlechtlichen Leistungen in der Regel auf die Bereitung und Ausscheidung der Zeugungsstoffe reduciren. Eier und Samenfäden begegnen sich daher, von einigen Ausnahmen abgesehen, erst im Seewasser ausserhalb des mütterlichen Körpers, und nur selten kommt die Befruchtung im Leibe der Mutter zu Stande, wie z. B. bei viviparen Arten von *Amphiura* und *Phyllophorus*.

Fig. 280.



Geschlechtsorgane eines *Echinus*. *Ad* Afterdarm, *G* Geschlechtsdrüsen, *a* Ampullen.

Fig. 281.



Ein Stück vom Interradius eines Seesternes (*Solaster*) mit den Geschlechtsdrüsen (*G*) und den Porengruppen (Siebplatten) der Rückenhaut, nach J. Müller und Troschel.

Die Zahl und Lage der Geschlechtsorgane entspricht meist streng der radiären Bauart, doch treten in dieser Hinsicht mancherlei Abweichungen auf. Bei den regulären Seeigeln liegen in den Zwischenstrahlen an der inneren Schalenfläche des Rückens fünf gelappte, aus verästelten Blindschläuchen zusammengesetzte *Ovarien* oder *Hoden*, deren Ausführungsgänge durch fünf Oeffnungen der Skeletplatten (Genitalplatten) im Umkreise des Scheitelpoles nach aussen münden. (Fig. 264 und 280.) Die irregulären Spatangiden verlieren zunächst das hintere Genitalorgan und haben stets eine geringe Zahl (4, 3, 2) von Geschlechtsorganen. (Fig. 266.) Bei den *Asteriden* liegen die fünf Paare von Genitalschläuchen in ähnlicher Anordnung zwischen den Strahlen, zuweilen aber erstrecken sie sich in die Arme hinein; die Oeffnungen für den Durchtritt der Zeugungsstoffe liegen auf der Rückenfläche, in jedem Interradius, an zwei Stellen, welche siebartig durchbrochen sind. (Fig. 281.) Bei den *Ophiuriden* entwickeln sich, ebenfalls in der Umgebung

des Magens, zehn gelappte, aus Blindschläuchen zusammengesetzte Zeugungsdrüsen, deren Producte durch Ausführungsgänge zunächst in Taschen gelangen, welche sich durch Spalten an der Bauchseite zwischen den Armen nach aussen öffnen. Die *Crinoideen* bergen ihre Geschlechtsdrüsen in den Armen und deren Pinnulae. Bei den *Holothurien* reduciren sich die Geschlechtsorgane auf eine verzweigte Drüse, deren Ausführungsgang nicht weit vom vorderen Körperpole an der Rückenseite ausmündet. (Fig. 277.)

Trotz der grossen Verschiedenheiten, welche für die Lage der ausgebildeten Geschlechtsorgane in den einzelnen Echinodermenclassen bestehen, ist doch für alle eine gemeinsame Anlage in dem Vorhandensein von mit amöboiden Keimzellen erfüllten Genitalröhren nachgewiesen (Hamann) [1]. Dieselben liegen in einem bindegewebigen von Blutlakunen erfüllten Septum des Schizocöls und bilden Ausstülpungen, welche zu den Genitaldrüsen werden. Bei den *Crinoideen* gelangen diese in die Pinnulae, bei den *Ophiuriden* in die Wandungen der als Einstülpungen der ventralen Körperwand entstandenen Bursae, und lassen ihre Keimzellen zu Eiern und Zoospermen reifen. Bei den *Echiniden* und *Asteriden* bilden die Ausstülpungen der mit Keimzellen erfüllten Röhren die traubigen Genitaldrüsen, während die Röhren bei den *Echiniden* später völlig verschwinden. Ein ähnliches Verhältniss scheint auch bei den *Holothurioideen* zu bestehen.

Die *Entwicklung* der Echinodermen beruht in der Regel auf einer complicirten Metamorphose, welche sich durch bilaterale Larven charakterisirt. Ohne diese Larvenstadien entwickeln sich viele *Holothurien*, einzelne Seeigel, wie *Anochanus*, *Hemiaster*, und einige *Asteroideen*, welche entweder lebendige Junge gebären (*Amphiura squamata*), oder nur wenige grosse Eier ablegen und diese während ihrer Entwicklung in einem Brutraume beschützen. Auch hier aber ist das erste Jugendstadium ein bewimperter Embryo, der sich entweder direct in den Echinodermenleib umgestaltet oder unter Vorgängen einer stark vereinfachten Metamorphose zu diesem entwickelt.

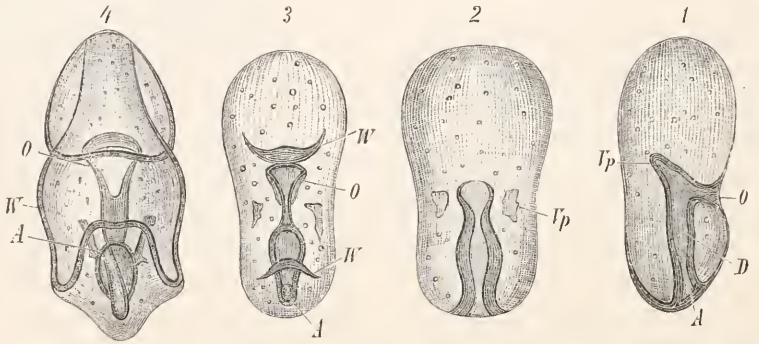
In den Fällen einer complicirten Metamorphose verwandelt sich der Dotter nach Ablauf der nahezu aequalen Furchung in einen kugeligen Embryo, dessen Zellwandung Wimpern trägt und einen Gallertkern umschliesst. (Fig. 129.) Eine grubenförmige Vertiefung der Keimblase wird zur Anlage des Darmes, die Oeffnung, der Gastrulamund, zum After. Der bewimperte Embryo streckt sich und wird zu einer länglich-ovalen, mehr oder minder birnförmigen Larve, an der man einen wenig gewölbten Rücken, zwei symmetrische Seitentheile und eine sattelförmig eingedrückte Bauchfläche unterscheidet. (Fig. 282.) Indem sich die Wimpern auf den wulstig erhobenen Rand der ventralen Impression concentriren, entsteht hier eine rücklaufende Wimperschnur als Locomotionsapparat. Der Darm ist schon vorher in einer vorderen ventralen Oeffnung, dem Mund, nach aussen durchgebrochen und besteht aus drei Abschnitten, dem Schlunde, Magen und Darm. Der weite, in den Schlund einführende Mund

[1] O. Hamann, Die wandernden Urkeimzellen und ihre Reifungsstätten bei den Echinodermen. Zeitschr. für wiss. Zoologie. Tom. 46. 1887.

findet sich innerhalb der Wimperschnur auf der Ventralseite, der After ausserhalb der ersteren ebenfalls noch ventral, in der Nähe des hinteren Poles. Bereits vor Durchbruch des Mundes hat sich vom Darm ein anderes Organ gesondert, ein sackförmiger, innen bewimperter Schlauch, welcher in einem Porus der Rückenfläche nach aussen durchbricht und die erste Anlage des Ambulacralgefässsystems darstellt. Eine zweite, ebenfalls aus der Darmanlage hervorgegangene Bildung sind die scheibenförmigen Lateralsäckchen (Fig. 282), deren Wand die peritoneale Auskleidung der Leibeshöhle erzeugt.

Mit dem fortschreitenden Wachsthum weichen die Larven der Seeigel, Seesterne und Holothurien mehr und mehr von einander ab. Der wulstige Rand mit der rücklaufenden Wimperschnur erhält Einbiegungen und Fortsätze verschiedener Form in durchaus bilateral-symmetrischer Vertheilung, deren Zahl, Lage und Grösse die besondere Gestaltung des Leibes wesentlich bestimmt.

Fig. 282.

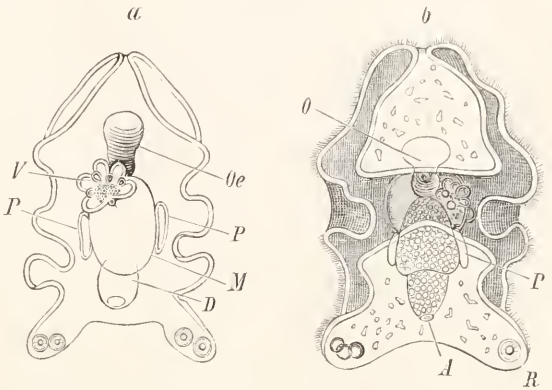


Larvenentwicklung von *Asteracanthion berylinus*, nach Agassiz (im Anschluss an Fig. 129) *1* Stadium mit eben zum Durchbruch gelangtem Mund (*O*), im Profil dargestellt. *A* Gastrulamund (After), *D* Darm, *Vp* Vasoperitonealsäckchen. *2* Etwas älteres Stadium in Flächenansicht mit zwei getrennten Vasoperitonealsäckchen. *3* Aelteres Stadium, von der Bauchfläche dargestellt, mit zwei queren Wimperwülsten (*W*), das linksseitige Vasoperitonealsäckchen mit Excretionsporus. *4* Junge Bipinnaria mit doppelter Wimperschnur (*W*).

Man unterscheidet einen vorderen und einen hinteren ventralen Abschnitt der Wimperschnur von den seitlichen, den Rückenrand bildenden Theilen derselben, welche vorne und hinten durch dorsoventrale Umbiegungen in die ersteren übergehen. Indessen können auch die dorsalen Ränder, anstatt eine vordere dorsoventrale Umbiegung zu bilden, unmittelbar in einander übergehen; dann erhält der vordere ventrale Abschnitt oberhalb des Mundes (Mundschild) seine selbstständige rücklaufende Wimperschnur, ein Verhältniss, welches für die Larven der Asterien (*Bipinnarien*, *Brachiolarien*) charakteristisch ist. In allen anderen Fällen ist nur eine einzige rücklaufende Wimperschnur vorhanden. Bei den Larven der Holothurien, den *Auricularien* (Fig. 283), erheben sich an der Wimperschnur kurze Fortsätze an den dorsalen Seitenrändern und als Auricularfortsätze an der hinteren dorsoventralen Umbiegung der Wimperschnur, ebenso an der hinteren ventralen (Schirm) und dem vorderen ventralen Abschnitt (Mundschild). Aehnlich verhalten sich die Fortsätze bei den *Bipinnarien*, wenngleich dieselben oft weit länger werden. Die *Brachiolarien* unter-

scheiden sich von jenen durch drei vordere Arme, welche zwischen den Endbogen der oralen und dorsalen Wimperschnur stehen und als Haftapparate dienen. Die Larven der Ophiuriden und Seeigel, die sogenannten *Pluteus*formen zeichnen sich durch ihre umfangreichen stabförmigen Fortsätze aus, welche stets durch ein System von Kalkstäben gestützt werden. Die Pluteuslarven der Ophiuriden besitzen sehr lange Auricularfortsätze an der vorderen dorsoventralen Umbiegung des Randes, am dorsalen Seitenrand und am Rande der hinteren ventralen Decke. Die Pluteuslarven der Seeigel dagegen entbehren der Auricularfortsätze ganz, entwickeln aber Fortsätze am Rande der vorderen ventralen Decke. Für die Larven der Spatangiden erscheint ein unpaarer Scheitelstab (Fig. 284), für die von *Echinus* und *Echinocidaris* das Vorkommen von Wimperepauletten (Fig. 285) charakteristisch.

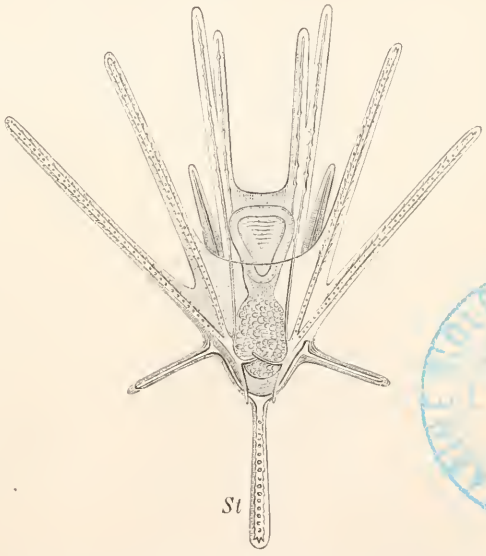
Fig. 283.



Auricularialarve, nach J. Müller. *a* vom Rücken, *b* vom Bauche aus gesehen. *O* Mund unter dem Mundschild, *Oe* Oesophagus, M Magen, *D* Darm mit After (*A*), *P* Peritonealsäckchen, *V* Ambulacralgefässrosette mit Porus, *R* Kalkrädchen.

Die Verwandlung der seitlich symmetrischen Larven mit bilateralen Fortsätzen und complicirter Organisation in den Leib des späteren Echinoderms erfolgt nicht überall in derselben Weise, indem dieselbe bei den Seeigeln und Seesternen unter mannigfachen von der Haut des Larvenkörpers aus erfolgenden Neubildungen zu Stande kommt, und von allen Theilen des letzteren nur der Magen, Darm und Rückenschlauch aufgenommen werden, während der Uebergang der *Auricularia* in die Synapta ohne Verlust so zahlreicher Körpertheile der Larve durch Vermittlung eines puppenartigen Zwischenstadiums erfolgt. Im ersteren Falle häuft sich ausserhalb der Lateralscheiben, unter Betheiligung der sich verdickenden Haut, ein mit rundlichen Zellen erfülltes Zwischengewebe an, welches durch Aufnahme

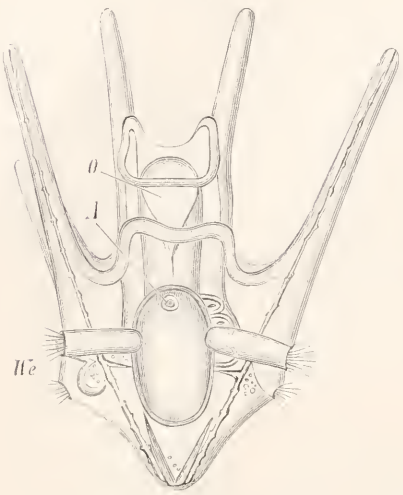
Fig. 284.



Pluteus eines Spatangiden mit sogenanntem Scheitelstabe (*St*), nach J. Müller.

von Kalkablagerungen zum Hautskelet des späteren Echinoderms wird. (Fig. 286 *a*.) Der Canal des Rückenporus hat inzwischen seine einfache Form aufgegeben und sich in das Ringgefäss mit Fortsätzen, den Anlagen der Ambulacralstämme, umgestaltet. Mit dem fortschreitenden Wachsthum tritt der definitive Echinodermenleib als ein mehr oder minder kugelig-pentagonaler Körper oder kurzarmiger Stern hervor, an Masse die der Larve allmälig mehr und mehr überwiegend. (Fig. 286 *b*.) Endlich nach dem Hervorwachsen von Ambulacralfüsschen kommt es zur Trennung des Echinodermenleibes von den Resten des Larvenkörpers, welche nicht selten wie Ueberreste eines zerfallenen Gerüstes an dem ersteren haften. Der in das Innere des Echinoderms aufgenommene Magen reisst vom Schlunde der Larve (*Bipinnaria*) ab, um einen neuen Schlund mit Mundöffnung zu erhalten; der Rückenporus wird zum Porus der Madreporenplatte.

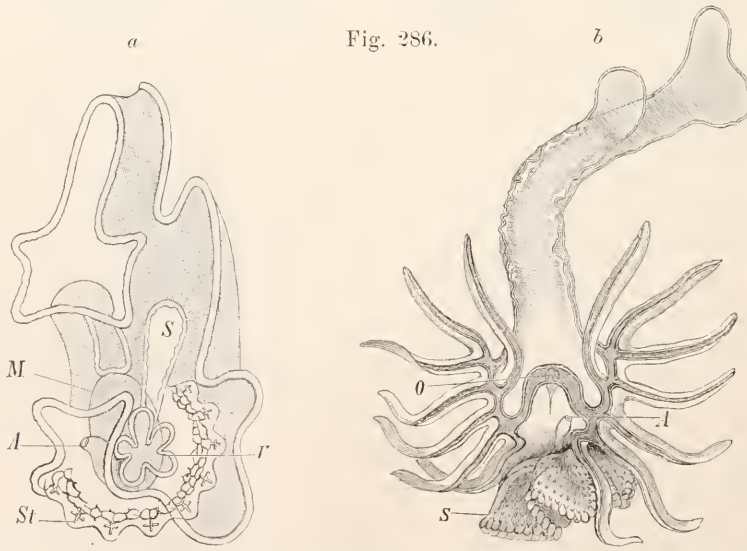
Fig. 285.



Pluteuslarve von *Echinus lividus* mit vier Wimperepauletten (*We*), nach E. Metschnikoff, von der Bauchseite gesehen. *O* Mund, *A* After.

Die *Synaptiden* dagegen bilden sich durch Umwandlung des gesammten

Fig. 286.

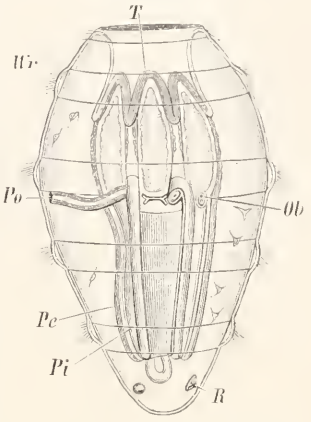


a Bipinnaria von Triest, in der Entwicklung des Seesternes (*St*), nach J. Müller. *M* Magen, *A* After, *r* Ambulacralgefässrosette mit anhängendem, im Rückenporus geöffneten Wimperschlauch (*S*). — *b Bipinnaria asterigera* mit entwickeltem Sterne, nach J. Müller. *O* Mund, *A* After, *S* der Seestern.

Auricularienleibes heran. Am vorderen Körpertheile vor dem aus dem Rückenschlauche hervorgegangenen Ringgefässe entstehen fünf Tentakeln in einem

später nach aussen durchbrechenden Raume. Die Larve zieht ihre Seitenlappen ein und verwandelt sich in einen tonnenförmigen Körper mit fünf transversalen Wimperreihen und verliert Mundöffnung und Rückenporus. (Fig. 287.) Allmälig bildet sich das Ambulacralsystem weiter aus, es verlängert sich der Darm, die ersten fünf Tentakeln kommen zum Durchbruch, und es entsteht die Mundöffnung am vorderen Pole. (Fig. 288.) Das Thier verliert allmälig die Wimperreifen und bewegt sich als junge Synaptide mittelst der Tentakeln. Bei den pedaten Holothurien tritt auch noch das erste ventrale Füsschen hinzu.

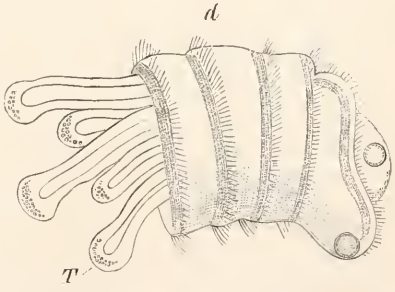
Fig. 287.



Auricularialarve von *Synapta* im Profil, nach E. Metschnikoff. Die Eingangsöffnung bereits gross, so dass die Tentakeln (*T*) vorgestreckt werden können. *Wr* Wimperring, *Pe*, *Pi* äusseres und inneres Blatt der Peritonealsäckchen, *Ob* Gehörblasen, *Po* Porus des Ambulacralgefässsystems. *R* Kalkrädchen.

Bei der mehr directen Entwicklung erscheint die bilaterale Larvenform mehr oder minder vollständig unterdrückt und die Zeit des Umherschwärmens abgekürzt oder ganz beseitigt. Stets sind dann Schutzeinrichtungen als Bruträume am Mutterthier vorhanden, und es besteht ein gewisser Dimorphismus beider Geschlechter, insofern sich beim weiblichen Thiere secundäre, auf die Brutpflege bezügliche Charaktere entwickelt haben (stärker gewölbte Schale, weitere Genitalöffnungen). Am meisten geschützt ist die Bruthöhle bei *Pteraster militaris*; hier liegt dieselbe oberhalb des Afters und der Geschlechtsmündungen und wird von einer mit Kalkkörperchen erfüllten Haut gebildet, welche sich über die Stacheln des Rückens emporgehoben hat. Etwa 8—20 (1 Mm. grosse) Eier gelangen in das Innere der Bruthöhle und werden dort zu ovalen Embryonen, welche einige Saugfüsschen erhalten und in fünfeckige Sterne übergehen. In anderen Fällen bildet sich ein Brutraum auf der Bauchfläche des Seesternes aus, z. B. *Echinaster Sarsii*, und das vollständig bewimperte Junge gewinnt am vorderen Ende einen kolbigen Fortsatz, welcher sich in mehrere Haftzäpfchen theilt und als Haftorgan den Körper an der Wand des Bruträumes befestigt. Nun bilden sich in jedem Strahl Saugfüsschen aus, zwei paarige und ein unpaares, von denen das letztere der Ecke am nächsten liegt; die fünf Ecken treten stärker hervor, erhalten Augenpunkte und Tentakelfurchen, Stacheln kommen zum Vorschein und die Mundöffnung zum Durchbruch, das Haftorgan wird rückgebildet und die Jungen entschlüpfen dem Bruträume des Mutterthieres, um allmälig unter kriechender Bewegung und selbstständiger Ernährung

Fig. 288.



Junge Holothurie mit vorgestreckten Tentakeln (*T*), schwimmend und kriechend, nach J. Müller.

zu einem kleinen Seesterne auszuwachsen. Aehnlich verhält sich die Entwicklung bei *Asteracanthion Mülleri* und einigen *Ophiuriden*, wie *Amphiura squamata*.

Auch für *Holothurien* (*H. tremula*) wurde eine einfache, mehr directe Entwicklung zuerst von Danielssen und Koren, später von Kowalevski für *Phyllophorus urna* und von Selenka für *Cucumaria doliolum* beobachtet. Im ersteren Falle verlässt der Embryo das Ei in Form einer bewimperten Larve, welche sehr bald eine birnförmige Gestalt annimmt, den Wassergefässring und im Umkreise der Mundöffnung fünf Tentakeln erhält. Noch bevor die letzteren anstatt der geschwundenen Wimpern als Bewegungsorgane dienen, hat sich der Darmcanal und das Hautskelet gebildet. Später verästeln sich mit dem fortschreitenden Wachsthum die Tentakeln, und es kommen zwei Ventralfüsschen hervor, welche die seitliche Symmetrie der Jugendform unzweifelhaft machen. Endlich ist auch für einige Seeigel (*Anochanus sinensis*, *Goniocidaris*-Arten, *Hemiaster cavernosus*) Brutpflege und dieser entsprechend vereinfachte Metamorphose nachgewiesen worden.

Die Echinodermen sind Meeresbewohner und ernähren sich bei einer langsam kriechenden Locomotion von Seethieren, besonders Mollusken, aber auch von Fucoideen und Tangen. Einige werden in der Nähe der Küsten auf dem Boden des Meeres gefunden, andere und zwar höchst merkwürdige Typen hohen Alters kommen in bedeutenden Tiefen vor. Viele besitzen eine grosse Reproductionskraft und sind im Stande, verloren gegangene Theile, wie z. B. Arme, mit allen ihren Einrichtungen, mit Nerven und Sinnesorganen durch neue zu ersetzen.

Obwohl die *Echinodermen* zu den *Coelenteraten* in keiner engern Verwandtschaftsbeziehung stehen, vielmehr wahrscheinlich von enterocoelen Würmern abzuleiten sind, empfiehlt es sich vorläufig, so lange nicht sichere Anhaltspunkte über ihre Abstammung vorliegen, den herkömmlichen Anschluss derselben an die Coelenteraten aufrecht zu erhalten.

Die nach dem Schema Gastraea und Gastrula ausgedachte Hypothese einer Pentactaea als Stammform, die von allen Echinodermen in der Pentactula als Larvenform recapitulirt sein soll (*Semon*), ist nicht weiter discutirbar. Ueber das relative Alter und die verwandtschaftlichen Beziehungen der einzelnen Classen ist man keineswegs im Klaren. Am meisten Wahrscheinlichkeit hat die Annahme für sich, dass die palaeozoischen *Cystideen*[1]) dem Stammtypus am nächsten stehen und dass von ihnen die Grundformen der übrigen Classen abzuleiten sind. An die regelmässigen, aus grossen Platten zusammengesetzten Formen schliessen sich die Crinoideen (und Blastoideen) durch Uebergänge an, während mit den unregelmässigen, aus vielen Tafeln zusammen-

[1]) Zittel, Handbuch der Palaeontologie Tom. I. 1876—1880. M. Neumayr, Morphologische Studien über fossile Echinodermen. Sitzungsb. der k. Akad. der Wiss. Wien, 1881.

gesetzten Formengruppen die Seesterne und Seeigel in Verbindung gebracht werden können.

Als gesichert kann die Verwandtschaft der Asteriden und Echiniden gelten, von denen die letzteren in der schon von Joh. Müller dargelegten Weise auf jene zurückgeführt werden können. Die Holothurioideen dürften von den Echinoideen aus abzuleiten sein und die jüngsten Glieder der Echinodermen repräsentiren. Von den Asteriden führen die mit denselben durch paläozoische Zwischenformen verbundenen Ophiuriden zu den Crinoideen hin, welche trotz der grossen Analogie in Zahl, Lage und Gestaltung der Kelchtafeln mit den Scheitelplatten mancher Echinoideen (*Salenia*) mit diesen nicht näher verwandt sind, sondern verhältnissmässig abseits stehen. Die vornehmlich von P. H. Carpenter verfolgten Gestaltungsverhältnisse der Kalkplatten am Kelche der Crinoideen und Apex der Echinoideen können zur Zeit nicht als Homologieen, wohl aber als Convergenzbildungen beurtheilt werden.

I. Classe. Crinoidea[1]), Haarsterne.

Kugelige oder becherförmige Echinodermen mit gegliederten, Pinnulae tragenden Armen, in der Regel mittelst eines gegliederten Kalkstieles befestigt. Die Haut auf der Aboralseite getäfelt, die Ambulacralanhänge sind Tentakeln in den Kelchfurchen und auf den gegliederten Armen.

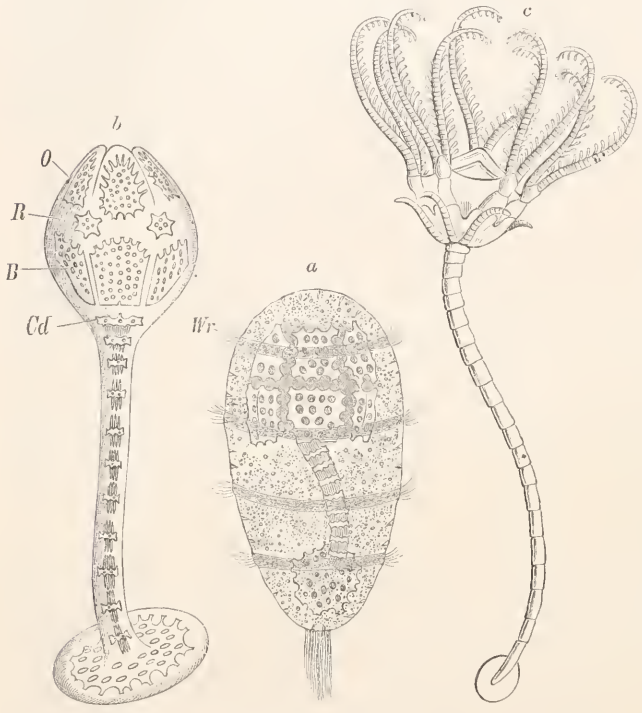
Für die meisten Crinoideen ist das Vorhandensein eines gegliederten, Cirren tragenden Stieles charakteristisch, welcher am Scheitelpole entspringt und sich mit seinem unteren Ende an festen Gegenständen anheftet (Fig. 289); nur bei wenigen lebenden Gattungen, wie *Comatula* (Fig. 290) und *Actinometra*, ist derselbe auf die Jugendform beschränkt. Der die Eingeweide enthaltende Leib erscheint als Kelch am oberen Ende des Stieles und sitzt nur ausnahmsweise unmittelbar am dorsalen Scheitel fest. Die meist pentagonalen Stielglieder sind durch Bandmasse verbunden und von einem die Ernährung vermittelnden, ein centrales und fünf peripherische Blutgefässe bergenden Centralcanal durchsetzt; in gewissen Abständen tragen sie wirtelförmig gestellte, ebenfalls durchbohrte und gegliederte Ranken.

Aeusserlich wird der becherförmige Leib auf der Rückenseite von regelmässig gruppirten Kalktafeln bedeckt, während die obere Fläche, an welcher

[1]) J. S. Miller, A natural history of the Crinoidea or lily-shaped animals. Bristol, 1821. J. V. Thompson, Sur le Pentacrinus europaeus, l'état de jeunesse du genre Comatula. L'institut, 1835. J. Müller, Ueber den Bau von Pentacrinus caput Medusae. Abhandl. der Berl. Akad., 1841. Derselbe, Ueber die Gattung Comatula und ihre Arten. Ebendaselbst, 1847. Leop. von Buch, Ueber Cystideen. Abhandl. der Berl. Akad., 1844. Ferd. Römer, Monographie der fossilen Crinoideenfamilie der Blastoideen. Archiv für Naturgesch., 1851. W. Thomson. On the Embryology of the Antedon rosaceus. Phil. Transactions Roy. Soc., Tom. 155, 1865. W. B. Carpenter, Researches on the Structure, Physiology and Development of Antedon rosaceus. Ibid., Tom. 156. A. Götte, Vergl. Entwicklungsgeschichte der Comatula mediterranea. Archiv für mikrosk. Anatomie, Tom. XII. H. Ludwig, Morphologische Studien an Echinodermen. Leipzig, 1877.

die Mundöffnung und der After liegen, von einer lederartigen Haut bekleidet ist. Am Rande des Bechers entspringen bewegliche, einfache oder gabelig getheilte, oft mehrfach verästelte Arme, deren festes Gerüste aus dorsalen, durch Muskeln beweglichen Kalkstücken besteht. Fast überall tragen die Arme an ihren Hauptstämmen oder deren Zweigen Seitenanhänge, *Pinnulae*, welche alternirend den einzelnen ebenfalls alternirenden Armgliedern zugehören und im Grunde nur die äussersten Armzweige repräsentiren. Der Mund liegt in der Regel im Centrum des Bechers; von hier aus erstrecken sich über die Scheibe nach den Armen, deren Verzweigungen und Pinnulae rinnenartige Furchen, die sogenannten *Ambulacralfurchen*, welche von einer weichen Haut überzogen sind und die tentakelartigen Ambulacralanhänge tragen. Die Afteröffnung liegt excentrisch auf der ambulacralen Fläche. Die Geschlechtsorgane liegen im Perihaemalraume der Arme als röhrenförmige Keimlager, von denen durch seitliche Ausstülpungen die Genitalzellen in die Pinnulae eintreten und hier zur Reife gelangen.

Fig. 289.



Entwicklungsstadien von *Comatula* (*Antedon*), stark vergrössert. *a* Freischwimmende Larve mit Wimperschopf und Wimperringen (*Wr*), sowie mit den Anlagen der Kalkplatten. — *b* Festsitzendes Pentacrinusstadium derselben. *O* Oralia, *R* Radialia, *B* Basalia, *Cd* Centrodorsal-Platte. — *c* Aelteres, als *Pentacrinus europaeus* beschriebenes Stadium derselben mit Armen und Cirren, nach Thomson.

Von besonderer Bedeutung ist namentlich in Bezug auf die zahlreichen fossilen Crinoideen die Anordnung der Kelchtafeln. Um für dieselbe eine einheitliche Basis zu gewinnen, ist es nöthig, auf die Skeletgebilde einer Jugendform zurückzugreifen, wie sie uns in der Pentacrinoidlarve der Comatula vorliegt. (Fig. 289 *b*.) Die Kalkstücke des Kelches werden als fünf *Oralia* und ebensoviel *Basalia* unterschieden. Erstere bilden das orale, letztere das apicale System von Kalkplatten, zu dem jedoch noch eine sogenannte *Centrodorsalplatte*, und dorsalwärts von der Anlage der Tentakelgruppen fünf *Radialia* in Zwischenräumen angrenzender Paare von Oralia und Basalia hinzukommen.

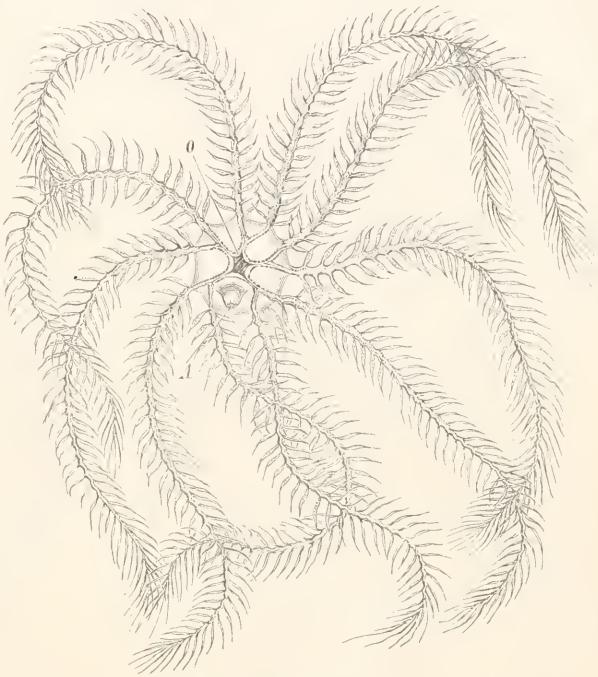
Die Entwicklung der lebenden Gattung *Comatula*, welche mit einer tonnenförmigen, von vier Wimperreifen bekleideten Larve beginnt und zu dem festsitzenden Stadium der Pentacrinusform (*P. europaeus*) führt, beruht auf einer complicirten Metamorphose. (Fig. 289.)

Die meisten Crinoideen gehören den ältesten Perioden der Erdbildung, dem Uebergangsgebirge und der Steinkohlenformation an. Die lebenden Formen finden sich meist in bedeutender Tiefe.

1. *Tessellata*, Tafellilien (*Palaeocrinoideen*).

Mit vollständiger Täfelung des Kelches, an welchem meist Parabasalstücke, oft auch Interradialia und Interstichalia nachweisbar sind. Kelchambulacren und entsprechende Furchen scheinen gefehlt zu haben. Beginnen im unteren Silur.

Fig. 290.



Comatula mediterranea, von der Bauchseite dargestellt. *O* Mund, *A* After. Die Pinnulae mit Geschlechtsdrüsen gefüllt.

Fam. *Cupressocrinidae*. Mit fünf Basalien, Arme einfach, unverästelt. Die Verbindung derselben mit dem Kelch wird durch leistenförmige Articularia vermittelt. *Cupressocrinus crassus* Goldf.

Fam. *Cyathocrinidae*. Mit fünf Basalien. Kelch mit Parabasalia. Arme verzweigt. *Cyathocrinus* Mill.

Fam. *Platycrinidae*. Mit drei Basalien. *Marsupiocrinus* Phil. Der paläozoischen Gattung Platycrinus ist der von Wyville Thomson beschriebene lebende Tiefseecrinoid *Hyocrinus bethelianus* verwandt.

Fam. *Eucrinidae*. *Eucrinus* Ang.

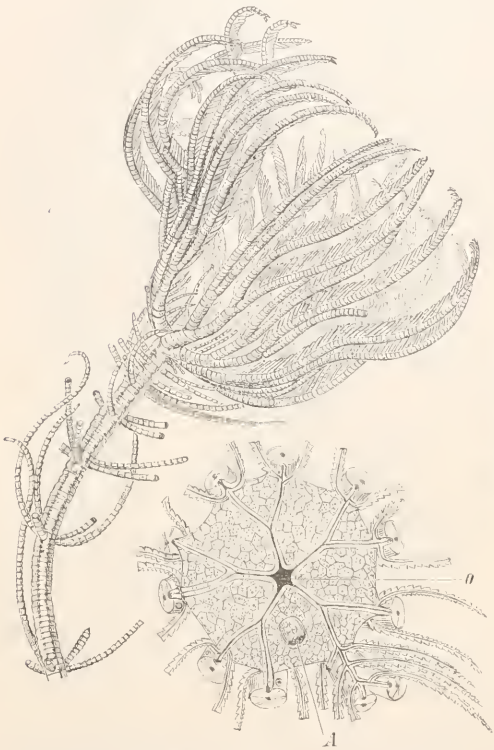
2. *Articulata*, Gliederlilien (*Neocrinoideen*).

Täfelung des Kelches minder vollständig. Parabasalia fehlen meist. Ventrale Kelchdecke häutig oder schwach getäfelt, mit Ambulacren und Ambulacralfurchen.

Fam. *Pentacrinidae*. Crinoideen mit zehn mehrfach gabelig getheilten Armen und fünfseitigem Stiel mit Cirrenwirteln. *Pentacrinus caput Medusae* Lam. von den Antillen. (Fig. 291.) *P. Mülleri* Oerst., Westind. Meere. Zu einer nahestehenden Familie gehört *Apiocrinus*, dem sich der lebende *Rhizocrinus lofotensis* M. Sars, ferner *Bathycrinus gracilis* und *aldrichianus* W. Th. aus bedeutenden Meerestiefen anschliessen. In die Nähe dieser Gruppe gehört auch die lebende Gattung *Holopus* aus Westindien mit angewachsenem Kelche. *H. Rangii* d'Orb.

Fam. *Comatulidae*, Haarsterne. Nur in der Jugend gestielt, im erwachsenen Zustande frei, meist mit zehn Armen am Rande des abgeplatteten Körpers, mit Mund und After. Die Haarsterne können die Arme gegen die Bauchfläche schlagen und sich zwischen Meerespflanzen bewegen. Die ausschlüpfende Larve ist wurmförmig und mit vier Wimpergürteln versehen. Dieselbe besitzt Mund und After, sowie einen Flimmerschopf am hinteren Körperende und schwimmt frei umher. Später gehen die Larven durch Bildung von Kalkringen und Tafelreihen in das Stadium des gestielten *Pentacrinus* über, welcher nach Trennung des Kelches vom Stiele zur Comatula wird. *Comatula mediterranea* Lam. = *Antedon rosaceus* Linck (Fig. 290), mit *Pentacrinus europaeus* (Fig. 289 *c*) als Jugendform. *Actinometra* J. Müll.

Fig. 291.



Pentacrinus caput Medusae, nach J. Müller. *O* Mund, *A* After der von der Oralfläche dargestellten Scheibe.

Fig. 292.

Encrinus liliiformis aus dem Muschelkalk.

Fam. *Enorinidae*. Kelch mit Parabasalien. Sind die ältesten Gliederlilien aus der Trias *E. liliiformis* Schl. (Fig. 292.)

Den Crinoideen schliessen sich die fossilen *Cystideen* und *Blastoideen* an, die wohl als besondere Classen zu betrachten sind.

Die *Cystideen* (Beutelstrahler) sind kurz gestielt, mit mehr oder minderkugelförmigem, polygonal getäfeltem Kelch und schwach entwickelten Armen, die gegliederte Pinnulae tragen. Ihre Geschlechtsorgane wahrscheinlich im Kelche eingeschlossen, eine durch bewegliche Klappen verschliessbare Oeffnung wird als Geschlechtsöffnung gedeutet. Fossil im Uebergangsgebirge und Kohlenkalk. Hieher die Gattungen *Sphaeronites, Caryocrinus, Echinosphaerites*.

Die *Blastoideen* (Knospenstrahler) entbehren der Arme und besitzen nur Ambulacralfelder am Kelche, welcher mittelst einer kurzen gegliederten Säule festsitzt. Das Kelchgerüst besteht aus drei Basalstücken, fünf radialen „Gabelstücken“ und fünf interradialen „Deltoidstücken“. Dazu kommen noch die Skeletplatten der fünf radialen sogenannten Ambulacralfelder, welche sich zwischen den Gabelstücken ausbreiten. Die Blastoideen beginnen im oberen Silur mit der Gattung *Pentatrematites* und erreichen ihre grösste Ausbreitung im Devon und in der Steinkohlenformation.

II. Classe. Asteroidea [1]), Seesterne.

Echinodermen von flacher, pentagonaler oder sternförmiger Körpergestalt, mit ausgedehnter Rückenhaut, auf die Bauchfläche beschränkten Füsschenreihen und inneren wirbelartig verbundenen Skeletstücken der Ambulacren.

Die Seesterne charakterisiren sich zunächst durch die vorherrschend pentagonale oder sternähnliche Scheibenform des Körpers, auf dessen Bauchfläche die Ambulacralfüsschen beschränkt sind. (Fig. 293.) Die Radien strecken sich gegenüber den durch Auseinanderweichen der interambulacralen Plattenreihen verkürzten Interradien zu einer meist ansehnlichen Länge und bilden mehr oder minder weit hervorstehende bewegliche Arme mit verschiebbaren Skeletstücken. Diese bestehen aus quergelagerten Paaren von Kalkplatten (Ambulacralplatten), welche sich vom Munde an bis gegen die Spitze der Arme erstrecken und durch Gelenke wirbelartig verbunden sind. Von der kugeligen oder flachen Schale der *Echinoideen* unterscheidet sich das Skelet der *Asteroideen* dadurch, dass sich die Ambulacral- und Interambulacralplatten auf die Bauchfläche beschränken, und auf der Aussenseite der ersteren eine tiefe *Ambulacralfurche* entsteht, in welcher ausserhalb der Skeletstücke in der weichen Haut die Nervenstämme, darunter die Perihaemalcanäle mit den Blutgefässen und die Ambulacralgefässstämme verlaufen. (Fig. 274.) Bei den *Ophiuriden* wird die Ambulacralrinne von Kalkplatten überdeckt, so dass die Füsschen an den Seiten der Arme hervortreten. Auf der Rückenfläche erscheint das Hautskelet lederartig, indess in der Regel mit kleinen Kalktafeln erfüllt, welche sich in Stacheln, Höcker, Papillen fortsetzen und eine sehr verschiedenartige Bedeckung

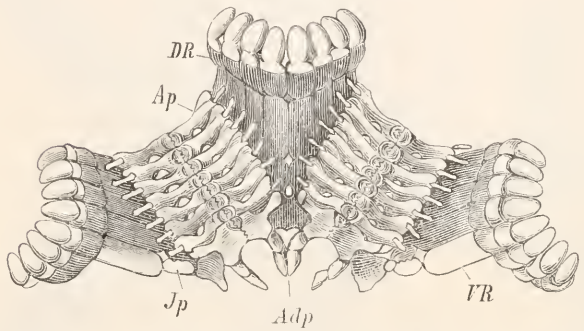
Fig. 293.

Echinaster sentus, von der Oralfläche dargestellt, nach A. Agassiz. *O* Mund, *Af* Ambulacralfüsschen.

[1]) J. Müller und Troschel, System der Asteriden. Braunschweig, 1841. Vergl. ausserdem die zahlreichen Aufsätze von Krohn, Sars, Lütken, Agassiz u. A.

bilden. Am Rande liegen in der Rückenhaut meist grössere Kalkplatten, *obere Randplatten*, in einer randständigen Reihe. (Fig. 294.) Auf der ventralen Fläche unterscheidet man ausser den in das Innere des Körpers hineinfallenden Ambulacralplatten *untere Randplatten*, ferner die *Adambulacralplatten* und *intermediären Interambulacralplatten*. Die beiden letzten Kategorien von Tafeln entsprechen den Interambulacralplatten der *Echinoideen*; während dieselben aber im letzteren Falle zwei in der ganzen Länge des Interradius vereinigte Reihen darstellen, weichen sie bei den *Asteroideen* von den Mundecken aus winkelig auseinander und gehören den einander zugewendeten Seiten benachbarter Arme an. Die Ambulacralplatten sind wirbelartig verbundene bewegliche Kalkstücke und lassen zwischen ihren Seitenfortsätzen Oeffnungen zum Durchtritt der Ampullen der Saugfüsse frei. Die rechten und linken Stücke einer jeden Doppelreihe sind entweder durch eine Naht unbeweglich vereinigt (*Ophiurideen*) oder in der Mitte der Armfurche durch ineinandergreifende Zähne beweglich verbunden (*Stellerideen*). Die letzteren besitzen ventrale Quermuskeln an den Ambulacralwirbeln und krümmen ihre Arme nach der Ventralfläche zusammen; die Schlangensterne dagegen biegen mittelst ihrer ausschliesslich lateralen Längsmuskeln die Arme ganz besonders in der Horizontalebene nach rechts und links schlängelnd. Die Mundöffnung liegt stets im Centrum der Bauchfläche in einem pentagonalen oder sternförmigen Ausschnitt, dessen Ränder meist mit harten Papillen besetzt sind. Die interradialen Ecken werden durch je zwei zusammentretende Adambulacralplatten gebildet und wirken häufig als Organe der Zerkleinerung. Die Afteröffnung kann fehlen, im andern Falle liegt dieselbe stets am Scheitelpole. Die Madreporenplatte findet sich in einfacher, auch wohl mehrfacher Zahl interradial auf dem Rücken (*Stellerideen*) oder an der inneren Fläche eines der *Mundschilder* (*Ophiurideen*). Die Entwicklung erfolgt in einzelnen Fällen direct ohne bilaterale Larven; da, wo die letzteren als Entwicklungsstadien auftreten, sind es Formen des *Pluteus* (Ophiurideen), oder *Bipinnarien* und *Brachiolarien* (Stellerideen).

Fig. 294.



Skeletplatten von *Astropecten Hemprichii*, von J. Müller. *DR* dorsale Randplatten, *VR* ventrale Randplatten, *Ap* Ambulacralplatten, *Jp* intermediäre Interambulacralplatten, *Adp* vorderste Adambulacralplatten, eine Mundecke bildend.

Die grosse Regenerationskraft der Seesterne beschränkt sich nicht nur auf den Ersatz zerstörter Arme, sondern führt auch zur Neubildung von Scheibenstücken oder gar der gesammten Scheibe von einem losgetrennten Arme aus; somit kommt es zu einer ungeschlechtlichen Fortpflanzung durch Theilung, die

besonders an Formen mit sechs Armen (*Ophiactis*) oder mit einer grösseren Armzahl (*Linckia*) beobachtet wird.

Fossile Seesterne finden sich bereits im unteren Silur (*Palaeaster*), wo auch Zwischenformen von Stellerideen und Ophiurideen auftreten (*Protaster*).

I. Unterclasse. **Stelleridea, Asterideen, Seesterne.**

Seesterne, deren Armhöhlen als Fortsetzungen des Scheibenraumes die Leberanhänge des Darmes, auch wohl die Geschlechtsorgane in sich aufnehmen und auf ihrer Bauchfläche eine tiefe unbedeckte Ambulacralfurche besitzen, in welcher die Füsschenreihen stehen.

Die meist breitarmigen Stellerideen zeichnen sich durch die Beweglichkeit der Wirbelhälften (Ambulacralplatten) des Armskelets aus und besitzen zwischen denselben Muskeln. Die Afteröffnung liegt am aboralen Pole, doch kann dieselbe auch einzelnen Gattungen (*Astropecten*) fehlen. Die Madreporenplatte liegt interradiär auf der Rückenfläche, ebenso die Genitalporen. Die gelappten verästelten Anhänge des Magens erstrecken sich in den Hohlraum der Arme hinein (Fig. 276), auf deren ventralen Fläche zwei oder vier Reihen von Füsschen in einer tiefen, am Rande von Papillen besetzten Ambulacralrinne verlaufen. (Fig. 293.) *Pedicellarien* kommen den Asterien zu, ebenso Hautkiemen auf den Tentakelporen der Rückenfläche. Die Seesterne ernähren sich grossentheils von Weichthieren und kriechen mit Hilfe ihrer Füsschen langsam am Boden des Meeres umher. Einige wenige entwickeln sich mittelst abgekürzter Metamorphose im Brutraume des Mutterthieres, die meisten durchlaufen die freien Larvenstadien der *Bipinnaria* und *Brachiolaria*. (Fig. 282 und 286.)

Fam. *Asteridae*. Die walzenförmigen Ambulacralfüsschen enden mit breiten Saugscheiben und stehen meist vierreihig in jeder Ambulacralfurche. *Asterias* L. (*Asteracanthion*). *A. glacialis* O. F. Müll., *A. tenuispinus* Lam., Mittelmeer. *Heliaster helianthus* Gray Mit 29—40 Armen, Chili.

Fam. *Solasteridae*. Die walzenförmigen Ambulacralfüsschen stehen in zwei Reihen. Arme lang, oft in mehr als fünffacher Zahl. *Solaster papposus* Retz., *Echinaster sepositus* Retz., *Ophidiaster* Ag., *Linckia* Nardo.

Fam. *Asterinidae*. Körper pentagonal oder mit kurzen Armen, meist mit dachziegelartiger Täfelung, ohne ausgebildete Randplatten. *Asterina* Nardo = *Astericus* Müll. Tr. *A. gibbosa* Forb. (*Astericus verruculatus* Müll. Tr.) (Fig. 295). *Palmipes membranaceus* Linck, Mittelmeer, Adria.

Fam. *Culcitidae*. Scheibe pentagonal, mit gekörnter oder schwach getäfelter Haut, ohne Randplatten, Ambulacralfurchen auf die Rückenseite übergreifend. *Culcita coriacea* Müll. Tr., Rothes Meer.

Fam. *Astropectinidae*. Füsschen konisch ohne Saugscheiben, in zwei Reihen. After fehlt. *Astropecten aurantiacus* Phil. *A. pentacanthus* Dell. Ch., Mittelmeer. *A. platyacanthus*, Adria. *Luidia* Forb. *Ctenodiscus* Müll. Tr.

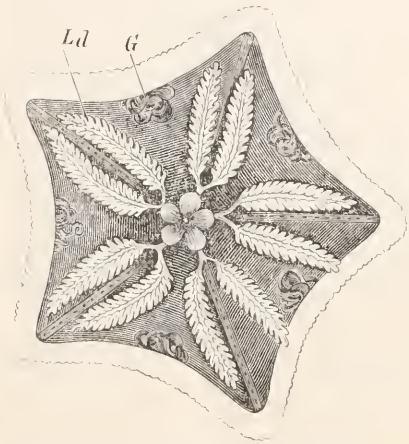
Fam. *Brisingidae*. Körpergestalt den Ophiuriden ähnlich, Arme von der Scheibe abgesetzt, nur mit engem Innenraum. *Brisinga coronata* Sars. Mit 9—12 langen Armen, in einer Tiefe von 200—300 Faden lebend, Lofoten, Atl. Ocean. *Br. endecacnemos* Asbj. Norwegen.

II. Unterclasse. **Ophiuridea** [1]), **Schlangensterne.**

Afterlose Seesterne mit langen cylindrischen Armen, welche scharf von der Scheibe abgesetzt sind und keine Anhänge des Darmes aufnehmen. Die Ambulacralfurche wird von Schildern der Haut bedeckt, so dass die Ambulacralfüsschen an den Seiten der Arme hervorstehen.

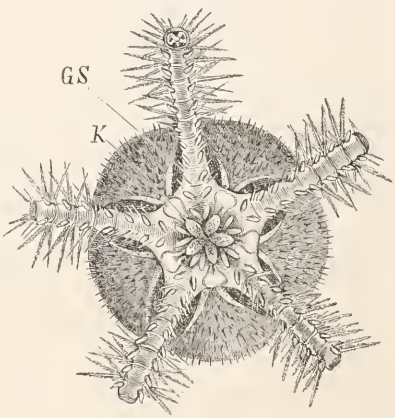
Die Ophiurideen unterscheiden sich sofort durch die cylindrischen, schlangenartig biegsamen Arme, welche von der flachen Scheibe scharf abgegrenzt sind und keine Fortsätze des Darmes einschliessen. Die grosse Beweglichkeit der Arme fällt vorzüglich in die Horizontalebene und vermittelt nicht selten eine kriechende Locomotion zwischen Seepflanzen. Die Ambulacralfurche wird stets durch besondere Hautplatten bedeckt, und die Füsschen treten seitlich zwischen den Stacheln und Plättchen an der Oberfläche hervor. (Fig. 296.) Selten sind die Arme verästelt und können auch mundwärts eingerollt werden;

Fig. 295.



Asteriscus verruculatus nach Entfernung der Rückenhaut. *Ld* Radiale Anhänge oder Leberschläuche des Magens, *G* Geschlechtsdrüsen.

Fig. 296.



Scheibe mit den Anfängen der Arme von *Ophiothrix fragilis*. *GS* Spalten der Genitaltaschen, *K* Kauplatten.

in diesem Falle (*Astrophyton*) wird die Bauchfurche durch eine weiche Haut geschlossen. Die Afteröffnung fehlt stets, ebenso die Pedicellarien. Die Geschlechtsproducte gelangen in Genitaltaschen (Bursae) und aus diesen durch interradiale Spaltenpaare nach aussen. Die Madreporenplatte liegt auf der Bauchfläche an einem Mundschilde. Wenige gebären lebendige Junge, z. B. *Amphiura squamata*, bei diesen fällt die Metamorphose aus; die meisten durchlaufen die bilateralen Larvenstadien des *Pluteus*, z. B. *Ophioglypha lacertosa* Linck (*Ophiolepis ciliata* M. Tr.) mit *Pluteus paradoxus*.

Fam. *Ophiuridae*. Mit einfachen unverzweigten Armen und mit Bauchschildern der Ambulacralfurche. Zerfallen nach der besonderen Gestaltung der Körperbedeckung und der Bewaffnung der Mundspalten in zahlreiche Gattungen. *Ophiothrix* Müll. Tr. Der

[1]) Preyer, Ueber die Bewegungen der Seesterne, eine vergleichend physiologische Untersuchung. Mittheilungen der zool. Station Neapel, 1887. O. Hamann l. c. Heft IV. Anatomie und Histologie der Ophiurideen und Crinoideen. Jena, 1889.

Rücken mit Körnchen, Härchen oder Stacheln versehen. Seitenschilder der Arme Stacheln tragend. *Oph. fragilis* O. Fr. Müll. *Ophiura* Lam. (*Ophioderma*). In jedem Interbrachialraum zwei Paare von Genitalspalten. *O. longicauda* Linck, *Ophioglypha* Lym., *Ophiolepis* Lütk., *Amphiura* Forb., *A. squamata* Dell. Ch.

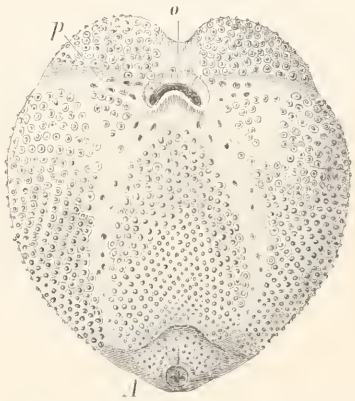
Fam. *Euryalidae*. Meist mit verzweigten Armen, welche mundwärts eingebogen werden und der Schilder entbehren, mit weichhäutig geschlossener Bauchfläche. *Astrophyton verrucosum* Lam., Indischer Ocean. *A. arborescens* Rond., Mittelmeer. *Asteronyx Lovéni* Müll. Tr., Norwegen.

III. Classe. Echinoidea[1]), Seeigel.

Kugelige, herzförmige oder scheibenförmige Echinodermen mit unbeweglichem, aus Kalktafeln zusammengesetztem Skelet, welches als Schale den Körper umschliesst und bewegliche Stacheln trägt, stets mit Mund- und Afteröffnung, mit locomotiven und oft auch respiratorischen Ambulacralanhängen.

Die Skeletplatten der Haut verbinden sich zur Herstellung einer festen, unbeweglichen mehr oder minder sphaeroidischen Schale, welche bald regulär radial, bald irregulär oder symmetrisch gestaltet ist. Mit seltenen Ausnahmen fossiler *Perischoechiniden* wie *Lepidocentrus* und der jetzt lebenden *Asthenosomen* schliessen die Kalkplatten mittelst Suturen fest aneinander und bilden zwanzig meridionale Reihen, von denen je zwei benachbarte alternirend in die Strahlen und Zwischenstrahlen fallen. (Fig. 264.) Die ersteren fünf Paare werden als *Ambulacralplatten* von feinen Porenreihen zum Durchtritt der langen Saugfüsschen durchbrochen und tragen ebenso wie die breiten *Interambulacralplatten* kugelige Höcker und Tuberkeln, auf welchen die beweglichen äusserst verschieden gestalteten Stacheln eingelenkt sind. Auf der meridionalen Anordnung der Plattenreihen bei gleichzeitiger Continuität der Interambulacralreihen beruht die Körperform des Seeigels im Gegensatze zu der des Seesternes.

Fig. 297.



Schizaster (*Spatangide*) von der Oralseite. *o* Mund, *A* After, *P* Poren der Ambulacralfüsschen.

Für die innere Organisation ist die Lage der Nerven und Ambulacralgefässstämme unterhalb des Skelets von Bedeutung. (Fig. 271.) Zwischen den Stacheln, besonders zahlreich in der Umgebung des Mundes, finden sich *Pedicellarien*, bei einigen *Cidariden* auch verästelte Kiemenschläuche. Die Genitalporen liegen in der Umgebung des Scheitelpoles interradial auf den Genitalplatten, von denen in der Regel eine zugleich Madreporenplatte ist; die in die Radien fallenden Ocellarplatten sind ebenfalls durchbohrt. Auch die regulären Seeigel werden oft symmetrisch. Indem ein Radius kürzer oder länger

[1]) Vergl. ausser J. Th. Klein: E. Desor, Synopsis des Échinides fossiles, 1854 bis 1858. S. Lovén, Études sur les Échinoidées. Stockholm, 1874. Al. Agassiz, Revision of the Echini. Cambridge, 1872—1874.

wird als die anderen untereinander gleichen Strahlen, entstehen länglich-ovale, seitlich symmetrische Formen mit centralem Mund und After, aber bereits unpaarem vorderen Radius (*Acrocladia— Echinometra*). Bei irregulären Seeigeln rückt die Afteröffnung aus dem Scheitelpol in den unpaaren Interradius (*Clypeastriden*) (Fig. 265), oft erhält auch die Mundöffnung eine vordere excentrische Lage (*Spatangiden*) (Fig. 266) und entbehrt in diesem Falle stets des Kauapparates. Bei vielen regulären Formen sind alle Ambulacralanhänge (Füsschen) von gleicher Form und mit einer durch Kalkstückchen gestützten Saugscheibe versehen; bei anderen entbehren die dorsalen Füsschen der Saugscheibe und sind zugespitzt, oft auch am Rande eingeschnitten. Die irregulären Seeigel besitzen neben den Füsschen fast durchwegs Ambulacralkiemen auf einer von grösseren Poren gebildeten Rosette der Rückenfläche. Die locomotiven Füsschen werden bei den *Clypeastriden* sehr klein und breiten sich entweder über die ganze Fläche der Ambulacren aus, oder beschränken sich auf verzweigte Strassen an der Bauchfläche. Bei den *Spatangiden* finden sich an der Oberfläche eigenthümliche Streifen, Fasciolen oder *Semitae* (Fig. 266 *a* und 297), auf denen anstatt der Stacheln geknöpfte Borsten mit lebhafter Wimperung, *Clavulae*, verbreitet sind. Die Entwicklung erfolgt durch die Larven der *Pluteus*-form mit Wimperepauletten oder Scheitelstäben (*Spatangiden*).

Die Seeigel leben vorzugsweise in der Nähe der Küste und ernähren sich von Mollusken, kleinen Seethieren und Fucoideen. Einige Echinusarten besitzen das Vermögen, sich Höhlen in Felsen zum Aufenthalt zu bohren. Man findet viele fossile, mit Kieselerde gefüllte Schalen besonders in der Kreideformation.

1. Ordnung. **Cidaridea, reguläre Seeigel.**

Seeigel mit centralem Mund und gleichartigen Bandambulacren, mit Zähnen und Kaugerüst, sowie mit subcentralem After im Scheitelfelde.

Fam. *Cidaridae*, Turbanigel. Mit sehr schmalen Ambulacralen und breiten Interambulacralfeldern, grossen perforirten Staehelwarzen auf denselben und grossen keulenförmigen Stacheln, ohne Mundkiemen. *Cidaris metularia* Lam., *Phyllacanthus imperialis* Lam., Ostindien.

Fam. *Echinidae*, Seeigel. Die Poren sind in Querreihen gruppirt. Mit runder, meist dünner Schale, breiten Ambulacralfeldern, Tuberkeln auf denselben und meist kurzen pfriemenförmigen Stacheln, mit Mundkiemen. *Arbacia aequituberculata* Blainv., Mittelmeer und Adria. *Diadema longispinus* Phil., Sicilien. *Echinus melo* Lam., *Toxopneustes variegatus* Lam., *Strongylocentrotus lividus* Brit. = *saxatilis* Lin., Mittelmeer.

Fam. *Echinometridae*, Querigel. Mit länglich-ovaler Schale, undurchbohrten Tuberkeln und Mundkiemen. *Echinometra oblonga* Blainv., *Podophora atrata* Brdt., *Acrocladia trigonaria* Ag. Südsee.

2. Ordnung. **Clypeastridea, Schildigel.**

Irreguläre Seeigel von schildförmiger Gestalt, mit centralem Mund und Kauapparat, excentrischem After, sehr breiten Ambulacren, fünfblätteriger Ambulacralrosette um den Scheitelpol und sehr kleinen Saugfüsschen. Fünf Genitalporen in der Umgebung der Madreporenplatte.

Fam. *Clypeastridae*. Der Scheibenrand ohne Einschnitte. *Clypeaster rosaceus* Lam. (Fig. 265), *Echinocyamus pusillus* O. Fr. Müll., Mittelmeer.

Fam. *Scutellidae*. Flache Schildigel mit häufig gelappter oder durchbrochener Schale und Porenstrassen für die Ambulacralfüsschen. *Lobophora bifora* Ag., *Rotula Rumphii* Klein, Afrika.

3. Ordnung. **Spatangidea, Herzigel.**

Irreguläre Seeigel von mehr oder minder herzförmiger Gestalt, mit excentrischem Mund und After, ohne Zähne und Kauapparat, meist mit vierblätteriger Ambulacralrosette und Genitalplatten.

In der Regel sind Semiten vorhanden und vier Genitalporen, deren Zahl indess auch auf drei und zwei sinken kann.

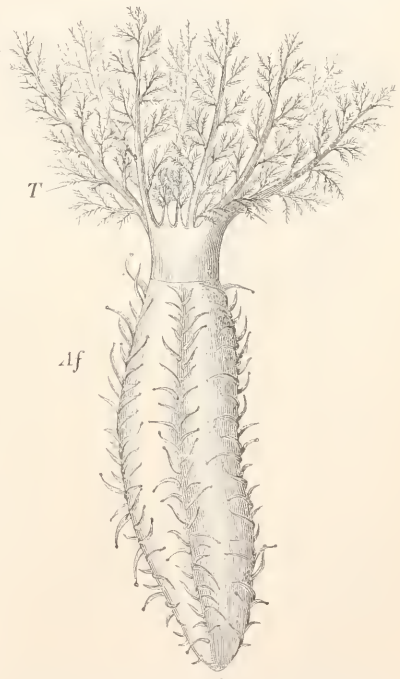
Fam. *Spatangidae*. *Echinocardium mediterraneum* Gray, Mittelmeer. *Spatangus purpureus* O. Fr. Müll., Mittelmeer. *Schizaster canaliferus* Ag., Adria (Fig. 297). *Brissopsis lyrifera* Forb. (Fig. 296), *Brissus* Klein.

IV. Classe. Holothurioidea [1]), Holothurien, Seewalzen.

Wurmförmig gestreckte Echinodermen mit lederartiger Körperbedeckung, mit einem Kranz meist retractiler Tentakeln in der Umgebung des Mundes und terminaler Afteröffnung.

Die *Holothurien* erinnern durch ihre walzenförmige, langgestreckte Körperform und die mehrfach ausgesprochene bilaterale Symmetrie an Würmer und besitzen insbesondere mit manchen *Gephyreen* eine so auffallende äussere Aehnlichkeit, dass sie früher mit denselben in eine gemeinsame Gruppe zusammengestellt werden konnten. Die Körperbedeckung bildet niemals eine feste verkalkte Schale, sondern bleibt stets weich und lederartig, indem sich die Verkalkung auf die Ablagerung zerstreuter Kalkkörper von bestimmter Form beschränkt. Selten (*Cuvieria*) treten Schuppen in der Rückenhaut auf, welche sich dachziegelförmig decken und sogar in stachelartige Anhänge übergehen können (*Echinocucumis*).

Fig. 298.



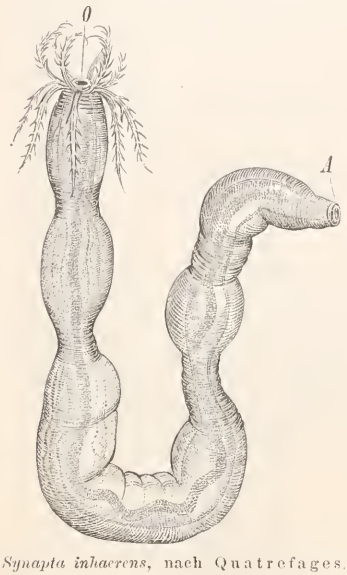
Cucumaria mit ausgestreckten, dendritisch verästelten Tentakeln (*T*). *Af* Ambulacralfüsschen.

Die bilaterale Symmetrie bildet sich nicht nur in Folge einiger unpaarer Organe, sondern namentlich durch den oft sehr scharf

[1]) G. J. Jaeger, De Holothuriis. Dissert. inaug. Turici, 1833. J. F. Brandt, Prodromus descriptionis animalium ab H. Mertensio in orbis terrarum circumnavigatione observatorum, Fasc. I. Petropoli, 1835. J. Müller, Ueber Synapta digitata und über die Erzeugung von Schnecken in Holothurien. Berlin, 1852. A. Baur, Beiträge zur

ausgesprochenen Gegensatz von Bauch- und Rückenfläche aus. Bei *Cucumaria* stehen (Fig. 298) die Ambulacralfüsschen gleichmässig in den fünf meridionalen Reihen vom Mundpole bis zum Afterpole, in anderen Fällen sind dieselben vorzugsweise oder ausschliesslich auf die drei Strahlen des sogenannten *Triviums* beschränkt. Dann bewegt sich die Holothurie auf einer mehr oder minder söhligen Bauchfläche. Auch können die Füsschen gleichmässig über die Oberfläche der Haut besonders an der Bauchfläche ausgebreitet sein. Dieselben sind meist cylindrisch und enden mit einer Saugscheibe, in anderen Fällen sind sie konisch und entbehren der Saugscheibe. Die Tentakeln, welche ebenfalls mit dem Ambulacralgefässsystem in Verbindung stehen und eigenthümlich modificirte Ambulacralanhänge darstellen, sind fiederartig getheilt, selbst dendritisch verzweigt (*Dendrochiroten*), oder schildförmig (*Aspidochiroten*), d. h. mit einer oft mehrfach getheilten Scheibe versehen. In einzelnen Gattungen (*Synapta*) fallen die Füsschen ganz hinweg, und die Tentakeln bleiben die einzigen Anhänge des Ambulacralsystems. (Fig. 299.) Für die Bewegung kommt stets der sehr entwickelte Hautmuskelschlauch in Betracht, dessen Längsbündel sich an dem Kalkringe im Umkreise des Schlundes befestigen. Für das System der Wassergefässe kann es als charakteristisch gelten, dass der in der Regel einfache Steincanal frei in der Leibeshöhle mit einem der Madreporenplatte vergleichbaren Kalkgerüst endet. Als *Respirationsorgane* werden die baumförmig verästelten Wasserlungen am Endstücke des Darmes gedeutet; als *Excretionsorgane* gelten drüsige Anhänge (Cuvier'sche Organe), welche ebenfalls in das Rectum einmünden, übrigens auch wie die Wasserlungen fehlen können. Die Geschlechtsorgane bilden ein Bündel verästelter Röhren, deren Ausführungsgang sich in der Nähe des Mundes auf der Rückenfläche öffnet. Die Gattung *Synapta* ist hermaphroditisch. Die Entwicklung erfolgt bei vielen Holothurien (wie z. B. bei *Holothuria tremula* nach Koren und Danielssen) direct; da, wo dieselbe auf einer complicirten Metamorphose beruht, besitzen die Larven die Auricularform und treten in ein tonnenförmiges Puppenstadium ein.

Fig. 299.



Synapta inhaerens, nach Quatrefages. *O* Mund, *A* After. Der Darm schimmert durch die Haut hindurch.

Die Holothurien sind theilweise nächtliche Thiere und leben auf dem Meeresboden meist an seichten Stellen in der Nähe der Küste, wo sie sich langsam

Naturgeschichte der Synapta digitata. Dresden, 1864. C. Semper, Reisen im Archipel der Philippinen, Tom. I. Leipzig, 1868. Semon, Die Entwicklungsgeschichte der Synapta digitata und die Stammesgeschichte der Echinodermen. Jen. naturw. Zeitschrift, Tom. XV, 1888.

kriechend fortbewegen. Die fusslosen Synaptiden bohren sich in den Sand ein. Ihre Nahrung besteht aus kleineren Seethieren und wird bei den Dendrochiroten mit Hilfe der baumförmig verzweigten Tentakeln in den Mund gebracht. Die Aspidochiroten füllen ihren Darm mit Meeressand, den sie mittelst des Stromes der Wasserlungen aus dem terminalen After wieder ausspritzen. Es gibt auch Tiefseeholothurien, welche der Wasserlungen sowie der Fühlerampullen und Rückziehmuskeln des Schlundes entbehren (*Elasipoda*, *Elpidia glacialis* F. Théel). Merkwürdigerweise stossen namentlich die Aspidochiroten leicht den hinter dem Gefässringe abreissenden Darmcanal aus, vermögen denselben aber wieder zu ersetzen. Die *Synapten* brechen ihren Körper leicht in mehrere Theilstücke.

1. Ordnung. **Pedata, eigentliche Seewalzen.**

Mit zahlreichen Saugfüsschen, welche bald regelmässig in den Meridianen liegen, bald über die ganze Fläche sich ausbreiten.

Fam. *Aspidochirotae*. Mit schildförmigen Tentakeln. *Stichopus regalis* Cuv., Mittelmeer. *Holothuria* L. Mit zerstreuten Saugfüsschen, von denen die der Rückenfläche konisch sind und der Haftscheibe entbehren. *H. tubulosa* Gmel. Adria und Mittelmeer. *H. edulis* Less., Trepang, in den ostindischen Meeren, essbar.

Fam. *Dendrochirotae*. Mit baumförmig verästelten Tentakeln. *Thyone fusus* O. Fr. Müll., Mittelmeer. *Phyllophorus urna* Gr. *Cucumaria* Blainv. Mit regelmässigen Füsschenreihen. (Fig. 298.) *C. cucumis* Risso, Adria und Mittelmeer. *C. frondosa* Gr., *Psolus* Oken. Füsschen auf die söhlige Bauchfläche des Triviums beschränkt. *Ps. phantapus* Gr.

2. Ordnung. **Apoda, fusslose Seewalzen.**

Ohne Saugfüsschen, in der Regel auch ohne Wasserlungen, mit meist getheilten oder gefiederten Tentakeln.

Fam. *Synaptidae*, Haftwalzen. Hermaphroditisch, ohne Lungen. In der Haut liegen Kalkrädchen oder hervorstehende, auf Kalkplättchen befestigte Anker. *Synapta digitata* Mntg. Beherbergt in ihrem Leibe nach der Entdeckung von J. Müller parasitische Schläuche mit Samenfäden und Eiern, welche letztere sich in kleine gehäusetragende Schnecken (*Entoconcha mirabilis*) umbilden. *S. inhaerens* O. Fr. Müll. (Fig. 299.) *Chirodota* Esch. Haut mit Reihen kleiner Wärzchen besetzt, welche Kalkrädchen tragen. Lungen besitzt die Gattung *Molpadia* Cuv.

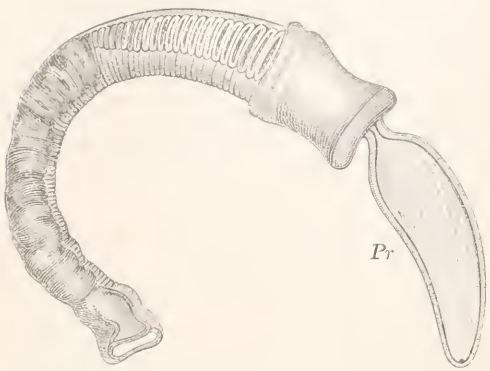
Als Repräsentant einer mit den Echinodermen verwandten, meist zu den Würmern gestellten Thierclasse, *Enteropneusta* Gegenb. [1]), ist die merkwürdige, durch die Kiemenathmung an die Tunicaten erinnernde Gattung *Balanoglossus* hier anzuschliessen. Von Delle Chiaje entdeckt, wurde diese interessante

[1]) A. Kowalevski, Anatomie des *Balanoglossus* Delle Chiaje. Mémoires de l'Acad. impér. des sciences de St.-Pétersbourg, Tom. X, No. 3, 1866. Al. Agassiz, The history of Balanoglossus und Tornaria. Memoirs of the American Academy of Arts and Sciences, Vol. IX, 1873. E. Metschnikoff, Zeitschr. für wissensch. Zool., Tom. XX, 1870.

Thierform von Kowalevski, El. Metschnikoff und Al. Agassiz auf ihre Organisation und Entwicklung erforscht. (Fig. 300.)

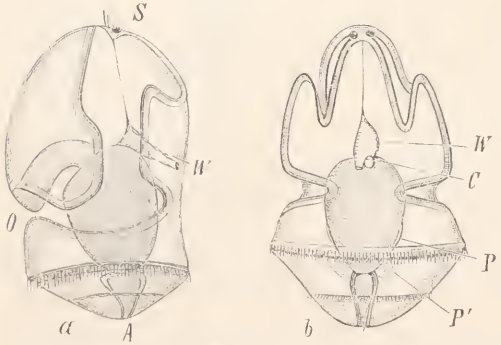
Vor Allem ist es die Gestaltung der Larvenformen, welche die verwandtschaftliche Beziehung zu den Echinodermen wahrscheinlich macht. Die als *Tornaria* beschriebene Balanoglossuslarve war von J. Müller geradezu als Echinodermenlarve betrachtet. In der That besitzt dieselbe wie die Bipinnaria eine doppelte Wimperschnur, von denen die eine präoral den Mundschild einsäumt, die andere grössere, mehr longitudinal verlaufende mit jener am Scheitel fast zusammentrifft. Dazu kommt noch ein präanaler, quergestellter Wimperkranz. (Fig. 301 *a*, *b*.) Im Innern bildet sich ein Divertikel des Darmes zu einem selbstständigen, das Wassergefässsystem bildenden Säckchen aus, während zwei Paar Divertikel die Peritonealanlage liefern. Auch ein pulsirendes Herz ist vorhanden und soll von einer Verdickung des Ectoderms aus entstanden sein. Dasselbe senkt sich in eine Vertiefung der Wassergefässblase ein. Am Scheitel hat sich eine Ectodermverdickung, ähnlich der Scheitelplatte der Wurmlarven, gebildet und zwei Augenflecken erhalten.

Fig. 300.



Junger *Balanoglossus*, stark vergrössert, nach A. Agassiz. *Pr* Rüssel (Proboscis). Man sieht die zahlreichen Kiemenspalten.

Fig. 301.



*Tornaria*larve, nach E. Metschnikoff. *a* Von der Seite, *b* von der Fläche. *O* Mund, *A* After, *S* Scheitel, *W* Wassergefässanlage, *C* Herz, *P*, *P'* Peritonealsäckchen.

Die Verwandlung der Larven zum *Balanoglossus* vollzieht sich unter Rückbildung der Wimperschnur, der präorale Theil des Larvenkörpers wird zum Rüssel, der orale Abschnitt zum Segment des Halskragens und der nachfolgende gestreckte Theil mit dem noch vorhandenen Wimperkranz zum Rumpf. Am vorderen Darmabschnitt kommen paarweise Kiemenöffnungen zum Durchbruch. (Fig. 302 und 303.)

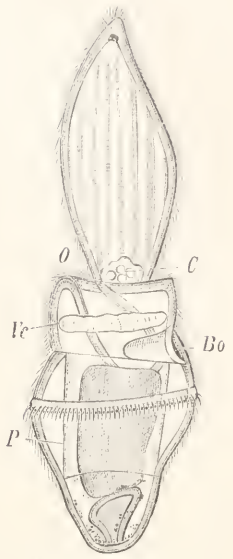
Der wurmförmige, auf seiner ganzen Oberfläche bewimperte Leib des erwachsenen Thieres zerfällt in eine Anzahl schon der äusseren Erscheinung nach differenter Abschnitte. Das vordere Körperende wird durch einen kopfähnlich vorstehenden, scharf abgesetzten *Rüssel* bezeichnet, auf welchen ein muskulöser Kragen folgt. Hinter demselben beginnt ein langer Leibesabschnitt, die *Kiemenregion*, mit einer inneren, deutlich geringelten Partie (Kiemen) und zwei

lappigen, gewöhnlich mit gelben Drüsen erfüllten Seitentheilen. An der Grenze zwischen jener und den Seitenlappen finden sich auf jeder Seite Reihen von Oeffnungen zum Abflusse des Wassers aus dem Kiemenraume. Dann folgt ein dritter Leibesabschnitt, die *Magenregion*, auf dessen oberer Seite vier Reihen von gelben Drüsen (Geschlechtsdrüsen) liegen. Zwischen denselben erheben sich braungrüne Ausstülpungen (Leberanhänge des Darmes), die nach hinten zu, wo die gelben Drüsen verschwinden, immer stärker und dichter gedrängt werden. Endlich folgt ein deutlich geringelter *Schwanzabschnitt* mit der Afteröffnung am äussersten Ende.

Der überaus contractile Rüssel dient zur Fortbewegung des Leibes. Von dem im Schlamme eingegrabenen Thiere nach aussen hervorgestreckt, soll derselbe durch eine endständige (neuerdings bestrittene) Oeffnung Wasser einziehen. Die Mundöffnung liegt hinter dem Vorderrande des sogenannten Kragens und führt in eine Mundhöhle, deren Wandung eine grosse Menge einzelliger Schleimdrüsen enthält. Der nun folgende Anfangstheil des Darmcanals ist Träger des Kiemenkorbes und erscheint durch zwei seitliche Längsfalten fast 8-förmig getheilt. Der Darm liegt nicht frei in der Leibeshöhle, sondern mit Ausnahme des Schwanztheiles durch Bindegewebe an die Körperwand befestigt, überall aber an den beiden Medianlinien sehr innig angeheftet. Unter diesen Linien, welche die beiden Hauptgefässstämme nach aussen durchschimmern lassen, durchziehen den Darm in der ganzen Länge des Thieres zwei mit starken Cilien besetzte Flimmerfurchen. In einiger Entfernung hinter dem Kiementheil beginnen an der oberen Seite des Darmes eigenthümliche Zellwucherungen aufzutreten, die sich allmälig zu sackförmigen, an der Innenwand flimmernden Ausstülpungen (Leberanhängen) gestalten.

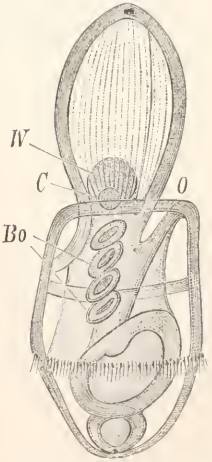
Der unmittelbar über dem Eingangsabschnitt in den Darm angebrachte Kiemenkorb springt am abgeplatteten Vorderleib in Form eines quergeringelten Längswulstes vor und erhält als Gestell ein System von Chitinplatten, welche durch Querstäbe in eigenthümlicher Weise verbunden sind. Das durch die Mundöffnung aufgenommene Wasser tritt durch besondere Oeffnungen, durch welche der vordere Darmabschnitt mit den einzelnen Kiemenabtheilungen communicirt, in die flimmernden Kiemen-

Fig. 302.



Uebergangsform der *Tornaria* in *Balanoglossus*, in seitlicher Lage, mit einem Paare von Kiemenspalten, nach E. Metschnikoff. *Bo* Aeussere Kiemenöffnung, *P* Peritonealsack. *Vc* Ringgefäss.

Fig. 303.



Uebergangsform der Tornaria in *Balanoglossus*, mit vier Paaren von Kiemenspalten, nach Al. Agassiz.

räume, um durch die beiden Reihen der bereits erwähnten Seitenporen auf der Rückenfläche des Kiemenabschnittes wieder abzufliessen.

Das Gefässsystem besteht aus zwei in den Medianlinien eingelagerten Längsstämmen, welche zahlreiche Queräste an die Körper- und Darmwandungen abgeben, und aus zwei sich zwischen jene einschaltenden Seitengefässen. Die Kiemen erhalten ihre reichen Gefässverzweigungen ausschliesslich aus dem unteren Stamme. Der obere Stamm, in welchem sich das Blut von hinten nach vorne bewegt, zerfällt am hinteren Ende der Kiemen in vier Aeste, von denen zwei seitliche zu den Seitentheilen des Vorderkörpers treten.

Als Nervencentren wurden neuerdings Faserstränge gedeutet, welche in der dorsalen und ventralen Medianlinie des Rumpfes unmittelbar unter der Epidermis verlaufen und in ein Netz feiner Fäden ausstrahlen. Am hinteren Rande des Kragens sollen die Stränge ringförmig verbunden sein.

Die Geschlechtsorgane erstrecken sich am Kiementheile nur in einfacher, dahinter aber in doppelter Reihe und erreichen zur Brunstzeit eine ausserordentliche Entwicklung. Männchen und Weibchen sind zur Brunstzeit leicht an der verschiedenen Färbung der Geschlechtscontenta zu unterscheiden. Die Eier liegen einzeln in einer mit Kernen versehenen, sonst homogenen Kapsel und werden möglicherweise wie die der Nemertinen in Schnüren abgelegt.

Die Thiere leben in feinem Sande, füllen ihren Darm mit Sand und bewegen sich, indem der Rüssel bei abwechselnder Verlängerung und Verkürzung den übrigen Körper nachschleppt. *Balanoglossus clavigerus* Delle Ch. und *B. minutus* Kow.) wurden im Golfe von Neapel gefunden. Eine dritte nordische Balanoglossusart wurde von Willemoes-Suhm entdeckt und als *B. Kupfferi* beschrieben.

IV. Thierkreis.

Vermes, Würmer.

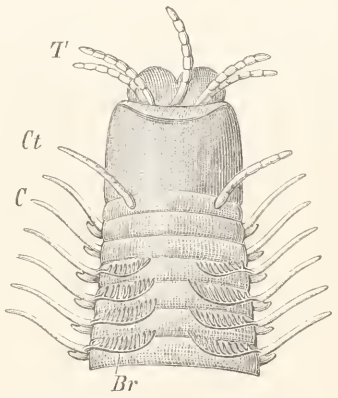
Bilateralthiere mit ungegliedertem oder gleichartig (homonom) segmentirtem Körper, ohne gegliederte Segmentanhänge (Gliedmassen), mit Hautmuskelschlauch und paarigen Excretionscanälen (Wassergefässsystem).

Seit Cuvier beschränkt man den Kreis der Würmer, unter denen Linné auch die Mollusken, Stachelhäuter, Zoophyten und Infusorien vereinigte, auf diejenigen wirbellosen Bilateralthiere, welche in der gestreckten, seitlich symmetrischen Körperform übereinstimmen und gegliederter Extremitäten entbehren. Freilich handelt es sich um so mannigfach organisirte, verschieden gestaltete Formen, dass man öfter vorgeschlagen hat, den Thierkreis in mehrere aufzulösen und wenigstens zwei Kreise als ungegliederte Würmer (*Scoleciden*) und als Gliederwürmer (*Anneliden*) zu unterscheiden. Indessen würde hiemit wenig gewonnen sein.

Die Form des weichen, auf den Aufenthalt in feuchten Medien angewiesenen Leibes ist meist gestreckt, platt oder cylindrisch, bald ohne jegliche

Ringelung, bald geringelt, bald in Segmente (*Metameren*) gegliedert. Ueberall ist eine Bauch- und Rückenfläche zu unterscheiden. Auf der ersteren bewegt sich das Thier in der Regel oder heftet sich auch mittelst Saugscheiben derselben an fremde Gegenstände an; hier findet sich auch gewöhnlich die Mundöffnung (meist an dem bei der Bewegung nach vorne gekehrten Ende), sowie die einfache oder mehrfache Geschlechtsöffnung. Der Gegensatz des platten, mehr verkürzten und des cylindrischen, langgestreckten Leibes erscheint besonders für die nicht segmentirten Würmer (*Vermes* s. str.) von Bedeutung, so dass man, auf denselben gestützt, die Classen derselben als *Platyhelminthes* oder Plattwürmer und *Nemathelminthes* oder Rundwürmer unterschieden hat. Andere haben die *Plattwürmer* als besonderen Thierkreis abgetrennt, oder sich für eine Auflösung in eine grössere Zahl von Kreisen ausgesprochen oder umgekehrt, die *Anneliden* mit den *Arthropoden* und *Mollusken* in einen Thierkreis zusammengezogen. Indessen haben alle diese Versuche zu keiner besseren und natürlicheren Gruppenbildung geführt, so dass es zur Zeit vorzuziehen ist, die bisherige, wenn auch als unzureichend erkannte Zusammenstellung als die relativ beste aufrecht zu erhalten.

Fig. 304.



Kopf und vordere Leibessegmente einer *Eunice*, vom Rücken aus gesehen. *T* Tentakeln oder Fühler des Stirnlappens, *Ct* Cirri tentaculares, *C* Cirri an den Parapodien, *Br* Kiemenanhänge der Parapodien.

Die segmentirten Würmer oder Gliederwürmer (*Annelides*) besitzen ausser dem Gehirn eine Bauchganglienkette und eine der äusseren Gliederung mehr oder minder entsprechende Segmentirung der übrigen Organe. Die ursprünglich gleichartigen Leibesstücke, welche als Metameren oder Segmente erscheinen, bleiben keineswegs immer durchaus homonom; bei den höchst entwickelten Gliederwürmern vereinigen sich die beiden vorderen Segmente zur Herstellung eines Körperabschnittes, welcher den Kopf der Arthropoden vorbereitet und wie dieser von der Mundöffnung durchbrochen ist, sowie das Gehirn umschliesst und die Sinnesorgane trägt (Fig. 304); aber auch in der Gestaltung der nachfolgenden Metameren machen sich häufig gar mancherlei Abweichungen von der Homonomität geltend.

Die Haut der Würmer zeigt sehr verschiedene Stufen der Erhärtung und bedeckt einen mächtig entwickelten Muskelschlauch. An der Haut unterscheidet man eine als Matrix fungirende Zellenlage (*Hypodermis*) oder wenigstens eine mit Kernen durchsetzte Protoplasmaschicht und eine oberflächliche homogene Cuticularschicht, welche als äussere, von jener ausgeschiedene Lage bei den niederen Würmern äusserst zart und dünn bleibt, bei den *Nemathelminthen* oft mehrfach geschichtet und selbst in mehreren Straten gesondert, bei manchen Anneliden (*Chaetopoden*) von ansehnlicher Dicke ist und von Porencanälen durchsetzt sein kann. Wimperhaare sind vornehmlich in den Larvenzuständen von

Platyhelminthen und *Anneliden* verbreitet. Da, wo die Bewimperung fehlt, besteht die oberflächliche, zuweilen in Form von Höckern oder Stacheln erhobene Cuticularmembran aus einer dem Chitin der Arthropodenhaut verwandten Substanz und kann wie diese mancherlei Cuticulargebilde, wie Haare und Borsten, Haken und Klammerwaffen tragen. Bei zahlreichen *Nemathelminthen*, sowie gegliederten Würmern wird die derbe Cuticula zu einer Art von Hautskelet, welches den Contractionen des Hautmuskelschlauches entgegenwirkt. Bei den *Chaetopoden* unter den Anneliden, aber auch bei den innerer Metameren entbehrenden *Rotiferen* gliedert sich das derbe Integument in eine Anzahl hintereinander liegender Abschnitte, welche wie die Segmente des Arthropodenleibes durch zarte Hautstreifen verbunden sind und in diesen durch die in entsprechende Abschnitte gesonderte Hautmuskulatur bewegt und verschoben werden können. Doch sind diese Hautabschnitte bei den Rotiferen keine wahren Metameren, da eine Gliederung der inneren Organe fehlt.

In grosser Verbreitung kommen in der Haut Drüsen vor, welche als einzellige oder aus Zellencomplexen gebildete Schläuche bald unmittelbar unter der Epidermis liegen, bald in die tieferen Körpergewebe hineinrücken.

Das unter der Hypodermis gelagerte Gewebe, welches man auch als Unterhaut bezeichnen kann, wird überall durch Aufnahme von Längsmuskeln, beziehungsweise auch zugleich von Ringmuskeln zu einem *Hautmuskelschlauch*, dem wichtigsten Bewegungsorgan des Wurmleibes. Bei der Bedeutung, welche der Hautmuskelschlauch für die Fortbewegung des Wurmleibes besitzt, wird man den besonderen Gestaltungsformen desselben auch einen gewissen systematischen Werth einzuräumen haben, der freilich nicht in einseitiger Weise überschätzt werden darf. Am complicirtesten ist die Schichtung und der Verlauf der Hautmuskeln bei den *Plattwürmern* und unter den Anneliden bei den *Hirudineen*, indem hier die in eine bindegewebige Grundmasse eingelagerten Ring- und Längsmuskelschichten von dorsoventral verlaufenden Muskelfasern (zuweilen auch noch von schräg gekreuzten) durchsetzt werden. Dazu können überall noch Gruppen von Muskelfasern hinzukommen, welche zur Befestigung von inneren Organen an dem Integumente dienen. Auf besondere Differenzirungen des Hautmuskelschlauches sind die bei parasitischen Würmern so häufig vorkommenden Saugnäpfe, sowie die mit Borsten besetzten Gruben und Fussstummel (*Parapodien*) der Chaetopoden zurückzuführen. Vornehmlich entwickeln sich diese Hilfsorgane der Bewegung an der Bauchfläche, die Saugnäpfe mit ihren accessorischen Klammerwaffen in der Nähe der beiden Körperenden oder auch wohl in der Mitte des Leibes, die Fussstummel aber in der ganzen Körperlänge paarig auf die einzelnen Leibesringe vertheilt, und zwar sowohl der Bauchseite als der Rückenseite angehörig, so dass jedes Segment ein bauchständiges und ein rückenständiges Paar von Fussstummeln trägt.

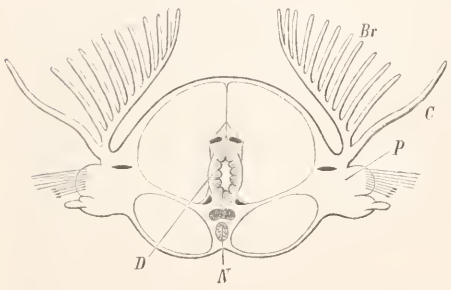
Die innere Organisation der Würmer gestaltet sich ausserordentlich verschieden. Bei denjenigen Platt- und Rundwürmern, welche im Chymus oder in anderen Organsäften höherer Thiere leben, wie bei den *Bandwürmern* und

Acanthocephalen, kann der gesammte Verdauungsapparat nebst Mund und After (in Folge von Rückbildung) fehlen und die Ernährung endosmotisch durch die Körperbedeckung erfolgen. Bei vorhandenem Darmcanal liegt die Mundöffnung meist bauchständig am vorderen Körperende, während die Afteröffnung am hinteren Körperende oder rückenständig in der Nähe derselben zu suchen ist. Im Allgemeinen verhält sich der Darm einfach und ist nur ausnahmsweise in zahlreiche, den besonderen Functionen entsprechende Abschnitte gegliedert. Man unterscheidet meist einen muskulösen Schlund, einen mächtig entwickelten Magendarm und einen kurzen, im After ausmündenden Enddarm.

Das *Nervensystem* erscheint in einfachster Form als ein unpaares oder durch Auseinanderweichen seiner Seitenhälften paarig gewordenes Ganglion (Fig. 95) in der Nähe des vorderen Körperpoles über dem Schlunde und wird genetisch auf die Scheitelplatte der Lovén'schen Chaetopodenlarve zu beziehen sein. Seltener tritt dasselbe als ein den Munddarm umgürtender, mit Gruppen von Ganglienzellen verbundener Nervenring (*Nematoden*) entgegen. Die von dem Ganglion austretenden Nerven vertheilen sich symmetrisch nach vorne und den Seiten, versorgen die Sinnesorgane und bilden zwei seitliche, nach hinten verlaufende stärkere Nervenstämme. Auf einer höheren Stufe treten zwei umfangreichere Ganglien auf, welche durch eine untere und obere Querbrücke verbunden sind (*Nemertinen*). Bei den *Anneliden* mit rückgebildeten Metameren, den *Gephyreen* kommt zu dem oberen Schlundganglion, dem Gehirn, noch ein durch einen Schlundring mit jenem verbundener Bauchstrang hinzu, welcher bei den übrigen *Anneliden* in eine Reihe von Ganglienpaaren — im Allgemeinen der Segmentirung parallel — gegliedert ist. Indem die vom Gehirn ausgehenden Nervenstämme mit ihren durch Quercommissuren verbundenen Ganglienpaaren unterhalb des Darmes der Medianlinie genähert verlaufen, bilden sie eine mit dem Gehirne durch eine Schlundcommissur zusammenhängende Bauchganglienkette, die sich bis an das Ende des Körpers fortsetzt und während ihres Verlaufes rechts und links Nervenpaare absendet. Von Sinnesorganen kennt man *Augen*, *Gehörwerkzeuge* und *Tastorgane*. Die letzteren knüpfen an Nervenausbreitungen und besondere Anhänge des Integuments an (Tastborsten) und finden sich schon bei Eingeweidewürmern als mit Nerven in Verbindung stehende Papillen der äusseren Haut. Bei den freilebenden Würmern sind dieselben häufig fadenförmige, fühlerartige Anhänge (Cirren) am Kopf und an den Segmenten. Gehörorgane sind minder verbreitet und treten als *Gehörbläschen* auf, entweder dem Gehirne anliegend (einige *Turbellarien* und *Nemertinen*), oder in paariger Anordnung dem Schlundringe angelagert (einige Kiemenwürmer unter den *Anneliden*). Die Sehwerkzeuge sind entweder einfache, mit Nerven zusammenhängende Pigmentflecken, *Augenflecken*, oder es kommen noch lichtbrechende Körper hinzu, und das Auge wird zur Bildperception befähigt. Vermuthungsweise hat man die Wimpergruben der *Nemertinen* für Geruchsorgane ausgegeben; auch die becherförmigen Organe der Blutegel und Gephyreen sind Sinneswerkzeuge, in denen eigenthümlich modificirte Nervenenden (Kolbenzellen) nachgewiesen wurden.

Ein *Blutgefässsystem* fehlt den *Nemathelminthen*, *Rotiferen* und *Platyhelminthen*, mit Ausnahme der *Nemertinen*. In diesen Fällen tritt der Ernährungssaft endosmotisch in das Körperparenchym, beziehungsweise in die Leibeshöhle und durchtränkt die Gewebe als heller, zuweilen selbst zellige Elemente enthaltender Chylussaft. Bei den *Nemertinen* ist ein Gefässsystem vorhanden, ebenso bei den *Gephyreen* und *Anneliden*. Bei den letzteren erlangt dasselbe die höchste Ausbildung und kann sich zu einem vollständig geschlossenen, mit pulsirenden Stämmen versehenen Systeme von Gefässen ausbilden. Fast überall unterscheiden wir einen contractilen rückenständigen und einen bauchständigen Längsstamm, welche in den einzelnen Segmenten durch bogenförmige, zuweilen ebenfalls pulsirende Querschlingen verbunden sind. Da, wo ein Gefässsystem vorhanden ist, erscheint das Blut keineswegs immer, wie die Leibesflüssigkeit, hell und farblos, sondern besitzt zuweilen eine gelbliche und grünliche, häufiger eine röthliche Färbung, die sogar in einzelnen Fällen an die Blutzellen gebunden ist.

Fig. 305.



Durchschnitt durch ein Leibessegment von *Eunice*. *Br* Kiemenanhänge, *C* Cirri, *P* Parapodien mit dem Borstenbündel, *D* Darm, *N* Nervensystem.

Zur *Respiration* dient meist noch die gesammte äussere Körperbedeckung; unter den *Anneliden* aber finden sich bereits bei den grösseren marinen Borstenwürmern fadenförmige oder büschelförmige oder verästelte Kiemen, meist als Anhänge der Extremitätenstummel. (Fig. 305.) Auch den Tentakeln der *Gephyreen* wird man eine respiratorische Bedeutung beilegen können.

Als *Excretionsorgan* fungirt das sogenannte *Wassergefässsystem*, ein System von symmetrisch verlaufenden feineren und gröberen Canälen, welche mit einer wässerigen Flüssigkeit gefüllt sind, auch Körnchen in derselben suspendirt enthalten und durch eine oder mehrere Oeffnungen nach aussen führen. Entweder beginnen die Canäle mit feinen Wimperkölbchen in den Geweben des Körpers oder trichterförmig mit freier Mündung in der Leibeshöhle. Im letzteren Falle vermögen sie auch andere Leistungen, wie die der Ausfuhr der Geschlechtsproducte aus der Leibeshöhle, mit zu übernehmen. Bei den segmentirten Würmern wiederholen sie sich als *Schleifencanäle* oder *Segmentalorgane* paarig in den einzelnen Leibessegmenten. Abweichend verhalten sich die beiden in den sogenannten Seitenfeldern eingebetteten Seitencanäle der *Nematoden*, welche mit einem gemeinsamen Porus excretorius in der Gegend des Pharynx ausmünden.

Neben der geschlechtlichen Fortpflanzung findet sich die ungeschlechtliche Vermehrung durch Knospung und Theilung besonders bei den vereinfachten darmlosen Formen weit verbreitet, beschränkt sich hier aber häufig

auf jugendliche, von den geschlechtsreifen Thieren durch Form und Aufenthaltsort abweichende Entwicklungsphasen, die als Ammen in der Production ihrer Wachsthumsproducte ihre Aufgabe erfüllen. Fast sämmtliche *Plattwürmer* und zahlreiche *Anneliden* sind Hermaphroditen, die *Nemathelminthen*, *Gephyreen* und *Rotiferen*, sowie von den *Anneliden* die *Kiemenwürmer* sind getrennten Geschlechts. Zahlreiche Würmer durchlaufen eine Metamorphose, deren Larvenzustände durch den Besitz eines präoralen Wimperkranzes (Lovén'sche Larve) oder von mehreren Wimperreifen ausgezeichnet sind. Bei den Bandwürmern und Saugwürmern, die im Jugendzustande sehr häufig die Fähigkeit der ungeschlechtlichen Fortpflanzung gewinnen, wird die Metamorphose zu einem mehr oder minder complicirten Generationswechsel (Heterogonie), für welchen der verschiedene Wohnort der beiden aus einander hervorgehenden Entwicklungsstadien, sowie der Wechsel parasitischer und freibeweglicher, wandernder Zustände bezeichnend ist.

Die Lebensstufe der Würmer ist im Anschluss an den Aufenthalt in feuchten Medien eine niedere zu nennen. Viele leben als Parasiten im Innern der Organe anderer Thiere (*Entozoen*), seltener an der äusseren Körperoberfläche und nähren sich von Säften ihrer Wirthe, andere leben frei in feuchter Erde, im Schlamm, noch andere, und zwar die höchst organisirten Formen im süssen und salzigen Wasser. Kein Wurm aber erhebt sich als wahres Landthier zum Aufenthalt in der Luft.

I. Classe. Platyhelminthes[1]) = Platodes, Plattwürmer.

Würmer von platter, mehr oder minder gestreckter Körperform, mit Gehirnganglion, oft mit Saugnäpfen und Haken bewaffnet, vorherrschend Zwitter.

Die in dieser Classe zusammengefassten Formenreihen, deren Organisation unter den Würmern am tiefsten steht, sind grossentheils *Entozoen* oder leben im Schlamme und unter Steinen im Wasser. Ihr Körper ist mehr oder minder abgeplattet und unsegmentirt, kann jedoch durch quere Einschnürungen in eine Anzahl von aufeinander folgenden Abschnitten gegliedert sein, welche, als Theile eines einheitlichen Thieres, in hohem Grade zur Individualisirung hinneigen, häufig auch sogar zur Trennung und Selbstständigkeit gelangen. Diese Abschnitte stehen als Wachsthumsproducte in der Längsachse des Körpers vornehmlich in Beziehung zur Fortpflanzung und bedingen keineswegs, wie dies für die Segmentirung der Anneliden zutrifft, durch ihren einheitlichen Verband eine höhere Organisationsstufe. Mit Ausnahme der *Nemertinen* fehlt eine Leibeshöhle, sowie ein gesondertes Blutgefässsystem, und erinnert der Darm mit seinen Aussackungen und Anhängern in mehrfacher Hinsicht an den Gastrovascularapparat der Coelenteraten. Der Darmcanal kann jedoch auch vollständig

[1]) M. Schultze, Beiträge zur Naturgeschichte der Turbellarien. Greifswald, 1851. L. Graff, Monographie der Turbellarien, I. Rhabdocoelidea. Leipzig, 1882. A. Lang, Die Polycladen (Seeplanarien) des Golfes von Neapel. Leipzig, 1884. R. Leuckart, Die Parasiten des Menschen. 2. Auflage. Leipzig, 1879—1886.

fehlen (*Cestoden*), oder, wenn vorhanden, einer besonderen Afteröffnung entbehren (*Trematoden*, *Turbellarien*). Das Nervensystem ist meist ein dem Schlunde anliegendes Doppelganglion, von welchem, ausser kleineren Nervenzweigen nach vorne und nach den Seiten, zwei hintere Nervenstämme abgehen. Bei vielen kommen einfache Augenflecken mit oder ohne lichtbrechende Körper vor, seltener ein Gehörbläschen. Blutgefässe und Respirationsorgane finden sich nur bei den *Nemertinen*. Ueberall ist das Wassergefässsystem entwickelt, dessen verzweigte Canälchen mit geschlossenen Wimperkölbchen (Nephridien) im Parenchyme verbreitet sind.

Mit Ausnahme der *Microstomeen* und *Nemertinen* herrscht Hermaphroditismus. Die weiblichen Geschlechtsdrüsen bestehen meist aus gesonderten Dotter und Keimstöcken. Sehr häufig ist die Entwicklung eine complicirte, mit Generationswechsel (Heterogonie) verbundene Metamorphose.

Man hat für die Turbellarien und die von denselben abzuleitenden Trematoden und Cestoden eine Verwandtschaft mit den Rippenquallen zu erkennen geglaubt und auf Grund zweier bislang noch unzureichend erforschter Formen (*Coeloplana* und *Ctenoplana*) die Meinung ausgesprochen, dass die aborale Fläche des zweistrahligen Ctenophorenleibes dem Rücken und die orale der Bauchseite des bilateral gewordenen Platyhelminthen, in deren Mitte ursprünglich der Mund gelegen sei, entspreche. Diese Zurückführung ist jedoch zur Zeit noch problematisch.

1. Ordnung. **Turbellaria**[1]**, Strudelwürmer.**

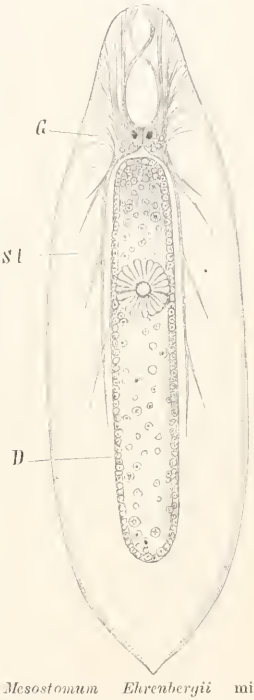
Freilebende Plattwürmer von ovaler oder blattförmiger Körpergestalt, mit weicher, von Wimperepithel bekleideter Haut, mit Mund und afterlosem Darm, mit paarigem Gehirnganglion und seitlichen Nervenstämmen.

Die Strudelwürmer besitzen meist eine ovale, plattgedrückte Körperform und erlangen eine nur geringe Grösse. Mit ihrem Aufenthalt im süssen oder salzigen Wasser, unter Steinen, im Schlamm und selbst in feuchter Erde steht die gleichmässige Bewimperung der Oberfläche im Zusammenhange. Nur ausnahmsweise treten Haftorgane, kleine Haken und saugnapfähnliche Bildungen auf. Die Haut besteht aus einer einfachen hohen Zellenlage oder aus einer fein-

[1]) Dugès, Recherches sur l'organisation et les moeurs des Planaires. Ann. des sc. nat., Sér. I, Tom. XV. A. S. Oerstedt, Entwurf einer systematischen Eintheilung und speciellen Beschreibung der Plattwürmer. Kopenhagen, 1844. De Quatrefages, Mémoire sur quelques Planariées marines. Ann. des sc. nat., 1845. M. Schultze, Beiträge zur Naturgeschichte der Turbellarien. Greifswald, 1851. O. S. Jensen, Turbellaria ad litora Norvegiae occidentalia. Bergen, 1878. P. Hallez, Contributions à l'histoire naturelle des Turbellariés. Lille, 1879. E. Selenka. Zur Entwicklungsgeschichte der Seeplanarien. Leipzig, 1881. L. Graff, Monographie der Turbellarien. Leipzig, 1882. A. Goette, Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte der Würmer. Leipzig, 1882. A. Lang, Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie des Nervensystems der Platyhelminthen. Mittheil. der zool. Station Neapel, Tom. I—III, 1879—1882. Derselbe. Die Polycladen des Golfes von Neapel. Leipzig, 1884. Js. Ijima, Ueber Bau und Entwicklung der Süsswasserplanarien. Zeitschr. für wissensch. Zoologie, 1885.

körnigen, von Kernen durchsetzten Schicht, welche eine geschichtete Basalmembran zur Unterlage hat und an der Oberfläche auf einer besonderen homogenen, einer Cuticula vergleichbaren Grenzschichte Wimpern trägt. Verbreitet ist das Vorkommen einzelliger Hautdrüsen. Den Raum zwischen Körperwand und Darm nimmt ein aus grosszelligem vacuolenreichem Bindegewebe gebildetes Parenchym ein. Als eigenthümliche, von Drüsenzellen erzeugte Einlagerungen der Haut treten stab- und spindelförmige Körperchen auf, welche, ebenso wie die Nesselkapseln der Coelenteraten wahrscheinlich zur Vertheidigung und zum Beuteerwerb dienen. Bei den meisten Digonoporen liegen diese Zellen im Epithel selbst, bei den übrigen Dendrocoelen, sowie bei den Rhabdocoelen sind sie in die Tiefe gerückt, stehen aber mit den Epithelzellen noch mittelst dünner Fortsätze, durch welche die Stäbchen nach aussen treten, in Verbindung. In der Oberhaut finden sich oft verschiedene Pigmente, sowie birnförmige Schleimdrüsen eingelagert. Besonders bemerkenswerth ist das Vorkommen von Chlorophyll enthaltenden Körpern, z. B. bei *Vortex viridis* (Symbiose). Unter der ansehnlichen, die Oberhaut stützenden Basalmembran breitet sich die Unterhaut aus, welche zwischen einer aus rundlichen Zellen gebildeten Bindesubstanz den mächtig entwickelten Hautmuskelschlauch birgt.

Fig. 306.



Mesostomum Ehrenbergii mit Darm und Nervensystem, nach Graff. *G* die beiden Gehirnganglien mit zwei Augenflecken, *St* die seitlichen Nervenstämme, *D* Darm mit Mund und Schlund.

Eine Leibeshöhle zwischen Körperwand und Darmcanal ist meist nicht nachzuweisen, bei manchen Rhabdocoelen jedoch in Form eines Lückensystems oder einer zusammenhängenden Höhle (*Nemertinen*) im Umkreise des Darmcanals erkannt worden.

Das *Nervensystem* ist bereits vom Epithel abgerückt und besteht aus zwei durch eine Querbrücke verbundenen Ganglien, welche nach vorne und hinten Nerven und unter diesen zwei stärkere, nach hinten verlaufende Seitenstämme, sowie zwei dorsale und ventrale Nerven entsenden. (Fig. 306.) Zwischen denselben treten zarte Queranastomosen auf, so dass sich ein Netz von Nervenfasern in oder unter der Muskulatur ausbreitet. Bei einzelnen Planariengruppen wurde auch eine ringförmige Doppelcommissur am Gehirn nachgewiesen (*Polycelis*), bei anderen an den Seitenstämmen (*Sphyrocephalus*, *Polycladus*) ganglienähnliche Anschwellungen mit ausstrahlenden Nerven beobachtet. Bei den Rhabdocoelen verhält sich das Nervensystem einfacher, indem meist nur zwei ventrale Längsnerven vom Gehirne ausgehen.

Von Sinnesorganen sind bei den Strudelwürmern *Augen* ziemlich verbreitet, welche in paariger Anordnung entweder den Gehirnganglien aufliegen

oder mit denselben durch kurze Nerven in Verbindung stehen. Häufiger finden sich zwei grössere Augen mit lichtbrechenden Einlagerungen. *Otolithenblasen* scheinen selten aufzutreten, z. B. unter den *Rhabdocoelen* bei *Monocelis* in einfacher Zahl, ebenfalls dem Ganglion aufliegend. Sicherlich ist die Haut der Sitz eines sehr entwickelten *Tastvermögens*, und es mögen für diese Function auch die zwischen den Cilien hervorstehenden grösseren Haare und steifen Borsten in Betracht kommen. Auch sind die bei marinen Strudelwürmern am Vorderkörper häufig vorhandenen Tentakeln als Tastorgane zu beurtheilen. Seltener (*Microstomeen*, *Prorhynchus*, *Bipalium*) kommen zwei seitliche Wimpergruben am Vorderende vor, welche wohl auch als specifische Spürorgane zu deuten sein möchten. (Vergl. die Nemertinen.)

Fig. 307.

Microstomum lineare, nach Graff. Eine durch Theilung entstandene Kette. *0*, *0'* Mundöffnungen.

Mundöffnung und Verdauungsapparat werden niemals vermisst; die erstere rückt häufig vom vorderen Körperende auf die Bauchfläche nach der Mitte zu, ja über diese hinaus in die hintere Körperpartie. Der Magendarm wird in manchen Fällen (*Convoluta*, *Schizoprora*) durch ein aus einer centralen Zellmasse gebildetes weiches Innenparenchym vertreten (*Acoela*). Die Mundöffnung führt in einen muskulösen Pharynx, der meist nach Art eines Rüssels vorgestreckt werden kann. Der an seiner Innenwand häufig flimmernde Darmcanal ist entweder gabelig getheilt und dann einfach oder verästelt (*Dendrocoelen*), oder stabförmig (*Rhabdocoelen*). Eine Afteröffnung fehlt stets. Selten kommt noch ein besonderer vorstülpbarer Rüssel ohne Zusammenhang mit dem Schlunde hinzu (*Prostomum*).

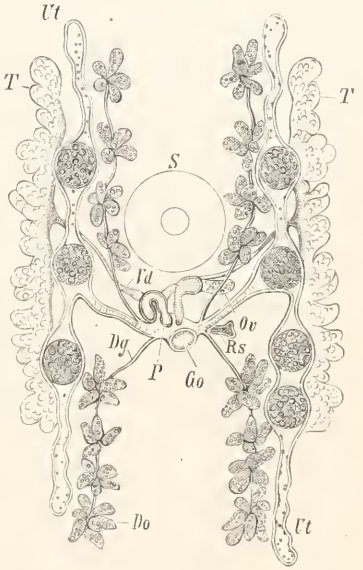
Das *Wassergefässsystem* besteht aus zwei seitlichen hellen Stämmen und zahlreichen verästelten, capillarähnlichen Seitenzweigen, die mit geschlossenen Wimperkölbchen beginnen und hie und da frei in das Gefäss hineinragende, sich schlängelnde Wimpern tragen. Die capillardünnen Canälchen verlaufen vornehmlich im Parenchym, aber auch zwischen den Muskeln und sind auf lineare Reihen durchbohrter Zellen zurückzuführen. Am blind geschlossenen Ende jedes Wimperkölbchens findet sich eine Excretionszelle, die den Verschluss bildet und schwingende, in das Lumen hineinragende Cilien trägt. Die Längsstämme münden entweder an der vorderen Leibeshälfte aus, oder es treten im Verlaufe derselben mehrere Oeffnungen auf (*Dendrocoelen*).

Wie bei den Coelenteraten, so ist auch bei den Turbellarien das Regenerationsvermögen sehr ausgeprägt. Stücke des Leibes vermögen sich zu normalen Thieren zu ergänzen. Aus demselben ist vielleicht die ungeschlechtliche Fortpflanzung abzuleiten, welche wir beispielsweise bei *Derostomeen* (*Catenula*) und *Microstomeen* in einer Quertheilung nach vorausgegangenem Längenwachsthum

und unter entsprechenden Neubildungen sich vollziehen sehen. Bei *Microstomum lineare* bildet sich im hintern Körpertheile zunächst zwischen Haut und Darm ein queres Doppelseptum, hinter welchem Neubildungen als Gehirn nebst Schlundring und Pharynx auftreten. Später schnürt sich der Leib und Darm zwischen den auseinanderrückenden Septen ringförmig ein. Bevor jedoch die Trennung beider Stücke erfolgt, bildet sich im hintern Abschnitt eines jeden derselben wiederum der Kopf eines neuen Thieres, so dass eine Kette von vier Individuen vorhanden ist, die durch fortgesetzte Wiederholung der gleichen Vorgänge zu einem Wurmstöckchen von 8, ja 16 Individuen wird, bevor die Trennung der letzteren erfolgt. (Fig. 307.)

Mit Ausnahme der *Microstomeen* sind die Turbellarien Zwitter; indessen erscheint auch bei den Strudelwürmern der Gegensatz von Hermaphroditismus und Trennung des Geschlechts keineswegs ohne Vermittlung, da nach Metschnikoff bei *Prostomum lineare* bald die männlichen Geschlechtsorgane unter Verkümmerung der weiblichen, bald umgekehrt die weiblichen unter Verkümmerung der männlichen entwickelt sind. Auch bei *Acmostomum dioicum* sind die beiderlei Geschlechtsorgane auf verschiedene Individuen vertheilt. Bei den hermaphroditischen Formen bestehen die männlichen Geschlechtsorgane aus Hoden, welche meist als paarige Schläuche in den Seiten des Körpers liegen, oder auch in zahlreiche kugelige oder birnförmige Bläschen aufgelöst erscheinen, ferner aus Samenblase und einem ausstülpbaren, mit Widerhaken besetzten Begattungsorgan, die weiblichen aus Ovarium, Dotterstöcken, Samentasche (Receptaculum seminis), Vagina und Eierbehälter. (Fig. 308.) Das männliche Begattungsorgan und die Vagina münden meist durch eine gemeinsame Oeffnung auf der Bauchfläche, bei den marinen Polycladen jedoch getrennt. Der Dotterstock fällt bei den Rhabdocoelen in seltenen Fällen (*Macrostomum*), bei den marinen Dendrocoelen allgemein hinweg. Nach der Befruchtung beginnt die Bildung einer harten, meist rothbraun gefärbten Schale in der Umgebung des Eies. In solchen Fällen werden hartschalige Eier abgelegt; indessen werden oft wie unter den Rhabdocoelen bei *Schizostomum* und einzelnen *Mesostomeen* (*M. Ehrenbergii*) auch durchsichtige Eier mit dünnen farblosen Hüllen gebildet, welche sich im mütterlichen Körper entwickeln. Nach Schneider soll die Production der zarthäutigen Eier oder *Sommereier* der Erzeugung der hartschaligen oder *Winter-*

Fig. 308.



Geschlechtsapparat von *Mesostomum Ehrenbergii*, nach Graff und Schneider combinirt. *S* Schlund, *Go* Geschlechtsöffnung, *Ov* Ovarium, *Ut* Uterus mit Wintereiern, *Do* Dotterstöcke, *Dg* Dottergang, *T* Hoden, *Vd* Vas deferens, *P* Penis, *Rs* Receptaculum seminis.

eier stets vorausgehen und für die Sommereier der Winterthiere normal Selbstbefruchtung stattfinden.

In seltenen Fällen tritt in der Gestaltung des hermaphroditischen Geschlechtsapparates ein an die *Cestoden* erinnerndes Verhalten ein (*Alaurina composita*).

Die Turbellarien des süssen Wassers und auch viele marine Formen haben eine directe Entwicklung und sind im Jugendzustande von Infusorien oft schwer zu unterscheiden. Andere marine Dendrocoelen entwickeln sich jedoch durch Metamorphose.

Die Eier der Turbellarien werden entweder in Cocons oder in breiten Bändern abgelegt. Das Ei der hauptsächlich untersuchten marinen Dendrocoelen durchläuft eine inaequale Furchung, in deren Verlauf die den animalen Pol einnehmenden kleineren Zellen die unteren grösseren Zellen bis auf eine kleine Oeffnung (Stelle des definitiven Mundes) umwachsen. Erstere bilden das Ectoderm, welches auch den Schlund und das Gehirn liefert, letztere das Entoderm, aus dem der Mitteldarm hervorgeht. Das Mesoderm soll frühzeitig durch vier Zellen angelegt werden, welche ebensoviele später sich zu einer zusammenhängenden Schichte vereinigende Streifen erzeugen.

Fig. 309.

Larve von *Eurylepta auriculata*, nach Hallez.

Die ausschlüpfenden Larven sind durch den Besitz von sechs fingerförmigen Lappen ausgezeichnet. (Fig. 309.)

1. Unterordnung. *Rhabdocoela, rhabdocoele Strudelwürmer.* Von rundlicher, mehr oder minder platter Körperform, mit stabförmigem Darm, selten mit blindsackförmigen Ausstülpungen.

Die rhabdocoelen Strudelwürmer sind die kleinsten und am einfachsten organisirten Formen, deren Darm stabförmig gestreckt, nicht selten jedoch mit Seitenzweigen versehen ist. Die Lage der Mundöffnung wechselt ausserordentlich und ist als vornehmlicher Charakter zur Bezeichnung der einzelnen Familien verwendet worden. Zuweilen münden Speicheldrüsen in den Schlundkopf ein. Nach Ulianin's inzwischen mehrfach bestätigter Entdeckung kann jedoch der Darmcanal manchen Formen (*Acoela*) durch ein centrales verdauendes Parenchym ersetzt sein, welches aus vacuolenreichen, von Fetttröpfchen durchsetzten Zellen besteht (*Convoluta, Schizoprora*). Die Rhabdocoelen leben von den Säften kleiner Würmer, Entomostraken- und Insectenlarven, die sie mit einem fadenziehenden, von Stäbchen durchsetzten Hautsecret umspinnen und nachher aussaugen. Die meisten sind Bewohner des süssen Wassers, nur wenige werden in der See oder auf dem Lande (*Geocentrophora sphyrocephala*) angetroffen.

Fam. *Opisthomidae.* Der am hinteren Körpertheil gelegene Mund führt in einen schlauchförmigen Schlund, der rüsselartig vorgestreckt werden kann. *Monocelis agilis* M. Sch., *Opisthomum pallidum* O. S.

Fam. *Derostomidae*. Mundöffnung etwas hinter dem Vorderrande, Schlund tonnenförmig. *Derostomum Schmidtianum* M. Sch., *Vortex viridis* M. Sch., *Catenula lemnae* Dug.

Fam. *Mesostomidae*. Mund ziemlich in der Mitte des Körpers, Schlund ringförmig, cylindrisch oder einem Saugnapf ähnlich. *Mesostomum Ehrenbergii* Oerst. (Fig. 306.) *Schizostomum productum* O. S. *Macrostomum* Oerst. Dotterstock fehlt.

Fam. *Convolutidae* (*Acoela*). Darmcanal durch ein Parenchym ersetzt, mit zwei Ovarien ohne Dotterstöcke. *Convoluta* Oerst., *C. paradoxa* Oerst., Nord- und Ostsee. *Schizoprora* O. S.

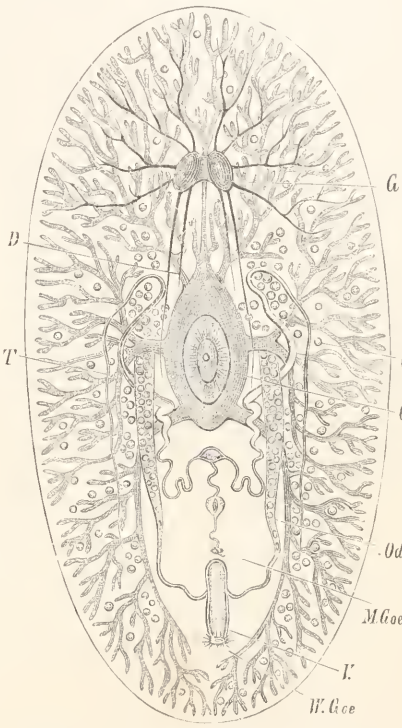
Fam. *Prostomidae*. Der an der Bauchfläche gelegene Mund führt in einen muskulösen Schlund. Am Vorderende mündet ein vorstülpbarer, mit Papillen bewaffneter Tastrüssel. *Prostomum* Oerst. (*Gyrator* Ehrbg.), *P. lineare* Oerst. Mit einem spitzen Penisstachel am Hinterende, unvollkommen hermaphroditisch, häufig im Süsswasser. *Pr. helgolandicum* Kef., vollkommen hermaphroditisch. *Alaurina composita* Metschn. Mit vier Gliedern.

Fam. *Microstomidae*. Getrennt geschlechtliche Rhabdocoelen, deren kleiner, aber sehr dehnbarer Mund in der Nähe des vorderen Körperendes liegt. Seitliche Flimmergruben nahe am vorderen Körperende. Quertheilung kommt häufig vor. *Microstomum lineare* Oerst. (Fig. 307.)

2. Unterordnung. *Dendrocoela*, *dendrocoele Strudelwürmer*. Von breiter, platter Körperform, oft mit gefalteten Seitenrändern und tentakelähnlichen Fortsätzen am Vorderende, mit verzweigtem Darm.

In ihrer äusseren Erscheinung nähern sich die grossentheils marinen, theilweise aber auch im süssen Wasser und auf dem Lande lebenden Dendrocoelen den Trematoden, mit deren grösseren Arten sie die Verzweigungen des geradegestreckten oder gabelig getheilten, häufig dreischenkeligen Darmcanals gemeinsam haben. (Fig. 310.) Den Rhabdocoelen gegenüber erlangen sie einen bedeutenderen Umfang des zweilappigen Gehirns, sowie der in verschiedener Zahl vorhandenen Augen. Papillenreihen, beziehungsweise fühlerartige Fortsätze am vorderen Körpertheile dürften als Tastorgane fungiren. Der Mund liegt meist in der Mitte des Körpers und führt in einen weiten und vorstreckbaren Schlund. Die Haut enthält oft Drüsen, deren Secret bei gewissen Landplanarien (*Bipalium*, *Rhynchodesmus*) bei Herablassen von Zweigen zu einem fadenförmigen Gespinnst erhärtet. Beiderlei Geschlechtsorgane sind fast allgemein in demselben Individuum vereint. Die Süsswasserformen besitzen eine gemeinsame Geschlechtsöffnung

Fig. 310.



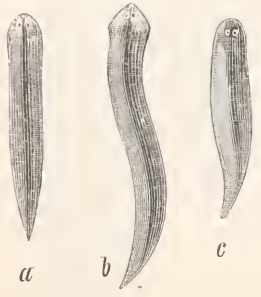
Anatomie von *Polycelis* (*Leptoplana*) *pallida*, nach Quatrefages. *G* Gehirnganglion nebst davon ausgehenden Nerven, *O* Mund, *D* Darmverästelungen, *Ov* Eier, *Od* Oviduct, *V* Vagina, *WGoe* weibliche Geschlechtsöffnung, *T* Vas deferens, *MGoe* männliche Geschlechtsöffnung.

(*Monogonopora*), während bei den Meeresbewohnern die Geschlechtsöffnungen in der Regel gesondert liegen (*Digonopora*). Hier fällt auch ein gesonderter Dotterstock hinweg. Die Entwicklung erfolgt bei einzelnen marinen Formen durch Metamorphose, bei den Süsswasserplanarien direct.

1. *Monogonopora* Stimps. (*Tricladen*). Langgestreckte Dendrocoelen mit zwei Ovarien und Dotterstöcken und zahlreichen Hoden, mit einfacher Geschlechtsöffnung. Der Darm bildet einen vorderen und zwei seitliche Schenkel. Hierher gehören vornehmlich die Land- und Süsswasserplanarien, aber auch marine Formen.

Fam. *Planariadae*. Der langgestreckt-ovale und abgeflachte Körper oft mit lappenförmigen Fortsätzen, selten mit Tentakeln und in der Regel mit zwei Augen, in welchen Linsen eingelagert sind. *Planaria* O. Fr. Müll., Tentakeln fehlen. *Pl. torva* M. Sch. (von O. Schmidt in *lugubris, polychroa* und *torva* getrennt.) (Fig. 311.) *Pl. dioica* Clap., getrennt geschlechtlich u. a. A. *Dendrocoelum* Oerst. Unterscheidet sich durch den Besitz von lappigen Fortsätzen des Kopftheiles, sowie durch die Bildung des in einer besonderen Scheide liegenden Begattungsorganes. *D. lacteum* Oerst., *Polycelis* Hembr. Ehrbg. Mit zahlreichen randständigen Augen. *P. nigra, brunnea* O. Fr. Müll. *Gunda segmentata* Lang, marin.

Fig. 311.



Planaria polychroa (a), lugubris (b), torva (c). Etwa um das Dreifache vergrössert. Nach O. Schmidt.

Fam. *Geoplanidae*[1]). Landbewohnende Planarien mit langgestrecktem und abgeflachtem, durch den Besitz einer söhligen Fussfläche ausgezeichnetem Leibe. *Geoplana lapidicola* Stimps., *Rhynchodesmus terrestris* Gm. (*Fasciola terrestris* O. Fr. Müll.), Europa. *Geodesmus bilineatus* Metschn., mit Nesselfäden in der Haut, in Topferde. *Polycladus* Blanch. Augenlos. *P. maculatus* Darw.

2. *Digonopora* (*Polycladen*). Grosse Dendrocoelen mit zahlreichen Geschlechtsdrüsen, ohne Dotterstöcke, mit doppelter Geschlechtsöffnung, fast durchwegs marin. Der Rüssel liegt oft vielfach gefaltet in einer besonderen Tasche, wird vorgestülpt und breitet sich dann lappenartig aus. (Fig. 310.)

Fam. *Stylochidae*. Der platte Körper ziemlich dick, mit zwei kurzen Tentakeln am Kopftheil und meist mit zahlreichen Augen an den Tentakeln oder am Kopfe. Genitalöffnungen hinten. *Stylochus maculatus* Quatr.

Fam. *Leptoplanidae*. Der Körper flach und verbreitert, platt und meist sehr zart. Kopftheil nicht abgesetzt, ohne Tentakeln. Augen mehr oder minder zahlreich. Mund meist vor der Mitte gelegen, dahinter die Genitalöffnungen. *Leptoplana tremellaris* O. Fr. Müll., Mittelmeer.

Fam. *Euryleptidae*. Der glatte oder papillentragende Leib verbreitert. Am Vorderrande des Kopfes zwei tentakulare Lappen. Mund vor der Mitte gelegen. Zahlreiche Augen finden sich in der Nähe des Vorderrandes. *Thysanozoon Diesingii* Gr., Mittelmeer. *Eurylepta auriculata* O. Fr. Müll., Nordsee.

[1]) Ausser M. Schultze, Stimpson, Metschnikoff, Grube u. A. vergl. H. N. Moseley, Notes on the Structure of Several Forms of Land Planarians etc. Journal of microsc. Science, Vol. XVII.

2. Ordnung. **Trematodes** [1]), Saugwürmer.

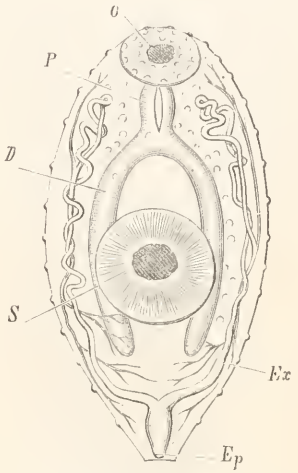
Parasitische Plattwürmer mit ungegliedertem, meist blattförmigem, selten cylindrischem Körper, mit Mundöffnung und gabelig gespaltenem, afterlosem Darm, oft mit bauchständigem Haftorgan.

Die Saugwürmer sind von den Turbellarien aus abzuleiten, mit denen sie in Form und Organisation eine nahe Verwandtschaft zeigen. Im Zusammenhange mit der parasitischen Lebensweise haben sich Haftorgane in Form von Sauggruben und Haken entwickelt, während die Wimperbekleidung nur im Larvenleben erhalten ist.

Die Körperbekleidung ist eine Cuticula, unter welcher eine subcuticulare Zellenlage folgt. Sehr verbreitet sind Hautdrüsen, welche auch den Jugendformen (Cercarien) nicht mangeln und hier oft zur Ausscheidung einer erhärtenden Cyste verwendet werden.

Die Mundöffnung liegt stets am Vorderende, in der Regel im Grunde eines kleinen Saugnapfes. (Fig. 312.) Dieselbe führt in einen muskulösen Pharynx mit mehr oder minder verlängerter Speiseröhre, welche sich in den gabelig getheilten, blind geschlossenen Darmcanal fortsetzt. Der Excretionsapparat besteht aus einem die Gewebe durchsetzenden Netz feiner, mit Wimperläppchen beginnender Gefässe und aus zwei grösseren seitlichen Stämmen, welche mittelst einer gemeinsamen contractilen Blase am hinteren Körperende ausmünden. Der Inhalt desselben ist eine wässerige, von körnigen Concretionen durchsetzte Flüssigkeit, ein wahrscheinlich dem Harne höherer Thiere entsprechendes Excretionsproduct.

Fig. 312.



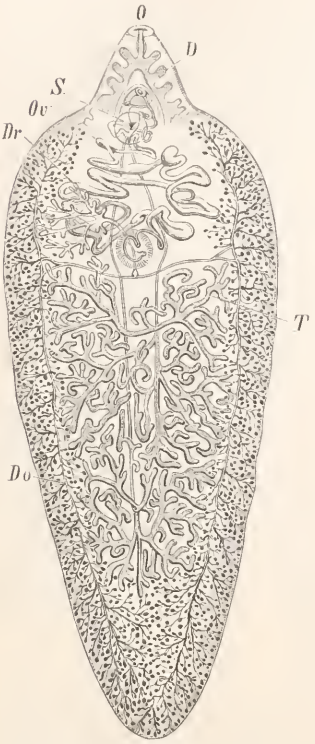
Jugendliches *Distomum*, nach La Valette. *Ex* Stämme des Wassergefässsystems, *Ep* Excretionsporus, *O* Mundöffnung mit Saugnapf, *S* Saugnapf in der Mitte der Bauchfläche, *P* Pharynx, *D* Darmschenkel.

Das *Nervensystem* (Fig. 313) ist ein dem Schlunde aufliegendes Doppelganglion, von welchem ausser mehreren kleineren Nerven zwei nach hinten verlaufende grössere Stämme austreten. Diese gehören der Bauchseite an, und

[1]) A. v. Nordmann, Mikrographische Beiträge zur Kenntniss der wirbellosen Thiere. Berlin, 1832. C. G. Carus, Beobachtung über Leucochloridium paradoxum etc. Nov. Act., Vol. XVII. 1835. de Filippi Mémoire pour servir à l'histoire génétique des Trématodes. 1, 2, 3. Turin, 1854—1857. J. J. Moulinié, De la reproduction chez les Trématodes endo-parasites. Genève, 1856. De la Valette St. George, Symbolae ad Trematodum evolutionis historiam. Berlin, 1855. A. Pagenstecher, Trematodenlarven und Trematoden. Heidelberg, 1857 G. Wagener, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Eingeweidewürmer. Haarlem, 1857. Derselbe, Ueber Gyrodactylus elegans. Müller's Archiv, 1860. Van Beneden, Mémoire sur les vers intestinaux. Paris, 1861. Van Beneden et Hesse, Recherches sur les Bdelloides ou Hirudinées et les Trématodes marins. 1863. R. Leuckart, Die menschlichen Parasiten, I. Bd., 1863. E. Zeller,

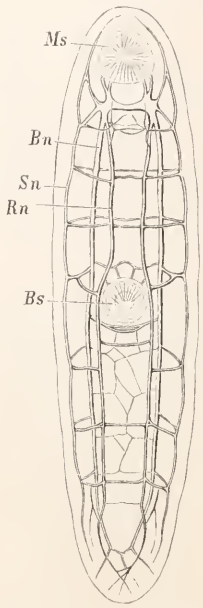
stehen durch quere Anastomosen mit zwei viel schwächeren dorsalen und ebenso vielen seitlichen Längsnerven in Verbindung. *Augenflecken* mit lichtbrechenden Körpern kommen zuweilen bei auf der Wanderung begriffenen Larven und bei *Polystomeen* vor. Zur Locomotion dienen neben dem Hautmuskelschlauche die als Sauggruben und Klammerhaken auftretenden Haftorgane, deren Zahl, Form und Anordnung sehr zahlreiche Modificationen bietet. Im Allgemeinen richtet sich die Grösse und Ausbildung der Haftorgane nach der endoparasitischen oder ectoparasitischen Lebensweise. Die Bewohner innerer Organe besitzen minder entwickelte Klammerorgane, gewöhnlich neben dem Mundsaugnapf einen zweiten grösseren Saugnapf auf der Bauchfläche, bald in der Nähe des Mundes, *Distomum*, bald an dem entgegengesetzten Körperpole, *Amphistomum*. Indessen kann dieser grössere Saugnapf auch fehlen, *Monostomum*. Die ectoparasitischen *Polystomeen* zeichnen sich dagegen durch eine weit kräftigere Bewaffnung aus, indem sie ausser zwei kleineren Saugnäpfen zu den Seiten des Mundes eine grosse Haftscheibe oder auch zahlreiche Sauggruben am hinteren Körperende besitzen, die überdies noch durch Chitinstäbe gestützt sein können. Ferner kommen oft

Fig. 314.



Distomum hepaticum unter starker Loupenvergrösserung, nach Sommer. *O* Mundöffnung, *D* Darmschenkel, *S* Bauchsaugnapf, *T* Hoden, *Do* Dotterstöcke, *Ov* Oviduct, *Dr* Ovarium.

Fig. 313.



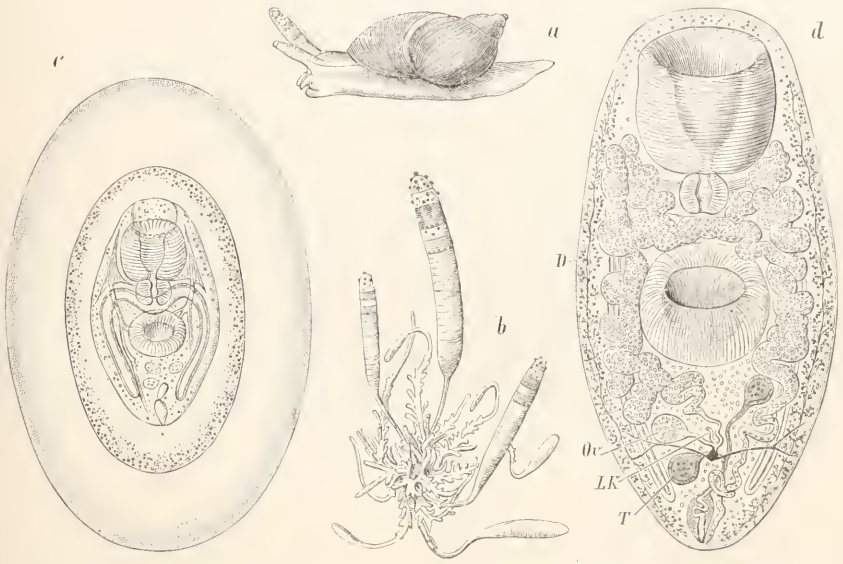
Nervensystem von *Distomum isostomum*, nach E. Gaffron. *Ms* Mundsaugnapf, *Bs* Bauchsaugnapf, *Sn* Seitennerv, *Rn* Rückennerv, *Bn* Bauchnerv.

Untersuchungen über die Entwicklung und den Bau von Polystoma integerrimum. Derselbe, Untersuchungen über die Entwicklung von Diplozoum paradoxum. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XXII, 1872. Derselbe, Ueber Leucochloridium paradoxum und die weitere Entwicklung seiner Distomumbrut. Ebendaselbst, Tom. XXIV. Derselbe, Weiterer Beitrag zur Kenntniss der Polystomeen. Ebendaselbst, Tom. XXVII, 1876. G. Ercolani, Nuove recherche sulla storia genetica dei Trematodi, Acad. delle Scienze dell' Instituto di Bologna, Mem. I, 1881; Mem. II, 1882. Hugo Schauinsland, Beitrag zur Kenntniss der embryonalen Entwicklung der Trematoden. Jen. naturw. Zeitschr., Tom. XVI. 1883. E. Gaffron, Zum Nervensystem der Trematoden. Zool. Beiträge von A. Schneider, Tom. I, 1884. A. Heckert, Untersuchungen über die Entwicklungs- und Lebensgeschichte des Distomum makrostomum. Bibliotheca zoologica Heft 4. Cassel, 1889.

Chitinhaken, besonders häufig zwei grössere Haken zwischen den hinteren Saugnäpfen in der Mittellinie hinzu. (Fig. 322.)

Die Trematoden sind meist Zwitter. In der Regel liegen männliche und weibliche Geschlechtsöffnungen nicht weit von der Mittellinie der Bauchfläche neben oder hinter einander, dem vorderen Körperende ziemlich genähert. Die männliche Geschlechtsöffnung führt in einen das vorstülpbare Endstück (Cirrus) des Samenleiters umschliessenden Sack (Cirrusbeutel), dann folgt der doppelte Samenleiter und zwei grosse einfache oder mehrlappige, bei Distomum hepaticum vielfach verästelte Hoden. Die weiblichen Geschlechtsorgane bestehen aus einem mehrfach geschlängelten Fruchtbehälter und aus den Eier bereitenden Drüsen, welche in ein Ovarium und zwei Dotterstöcke zerfallen. Dazu kommt noch eine besondere Schalendrüse. Das Ovarium (Keimstock) erzeugt die primären Eizellen und liegt als rundlicher Körper in der Regel vor den Hoden, die Dotterstöcke erfüllen als vielfach verzweigte Schläuche die Seitentheile des Körpers und secerniren die Dotterballen. (Fig. 314 und 315.) Diese begegnen in dem als Ootyp bezeichneten erweiterten Anfangstheile des Fruchtbehälters, dessen Wandungen die Schalendrüse darstellen, den primären Eizellen und gruppiren sich in grösserer oder geringerer Zahl um die einzelnen Eikeime, um später von einer durch die Schalendrüse gebildeten starken Schale umschlossen zu werden. In das Ootyp führt ferner ein besonderer Begattungsgang, welcher am Rücken nach aussen mündet (Laurer'scher Canal), und

Fig. 315.

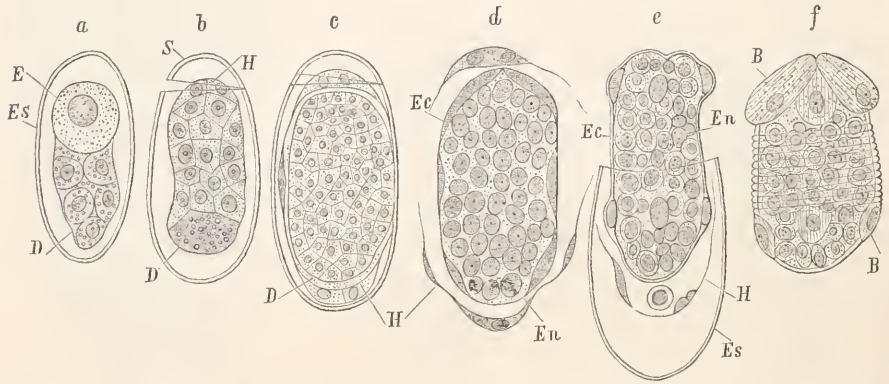


Entwicklung von *Distomum macrostomum* nach Heckert. *a* Succinea amphibia (Bernsteinschnecke) mit dem reifen Schlauche eines *Leucochloridium* im rechten Fühler. *b Leucochloridium paradoxum* isolirt. *c* Eine zur Uebertragung reife Larve (schwanzlose Cercaria) mit doppelter Hülle. *d* Geschlechtsreifes Distomum. Die Dotterstöcke (*D*) liegen in den Seitenfeldern zwischen Darm und Leibeswand, die Hoden (*T*) und das Ovarium (*Ov*), sowie die Ausmündungen der Leitungswege im hinteren Körperende, *Lk* Laurer'scher Canal.

durch welchen das Sperma in das Ootyp gelangt, wo auch die Befruchtung des Eies stattfindet. In dem Verlaufe des Fruchtbehälters häufen sich die Eier oft in grosser Menge an und durchlaufen bereits die Stadien der Embryonalbildung im mütterlichen Körper. In einzelnen Fällen beginnt jedoch die Furchung erst nach der Eiablage im Freien. Die meisten Trematoden legen Eier ab, nur wenige sind lebend gebärend.

Die ausschlüpfenden Jungen besitzen entweder (die meisten *Polystomeen*) die Form und Organisation der Eltern oder durchlaufen einen complicirten, mit Metamorphose verbundenen Generationswechsel, beziehungsweise Heterogonie (*Distomeen*). Im ersteren Falle werden die grossen Eier an dem Aufenthaltsorte der Mutter befestigt, im letzteren gelangen die relativ kleinen Eier an feuchte Plätze, meist ins Wasser. Der Furchungsprocess (Fig. 316), in jüngster Zeit an verschiedenen Distomum-Eiern von Schauinsland näher verfolgt, betrifft lediglich die primäre Eizelle und ist ein unregelmässig-totaler.

Fig. 316.

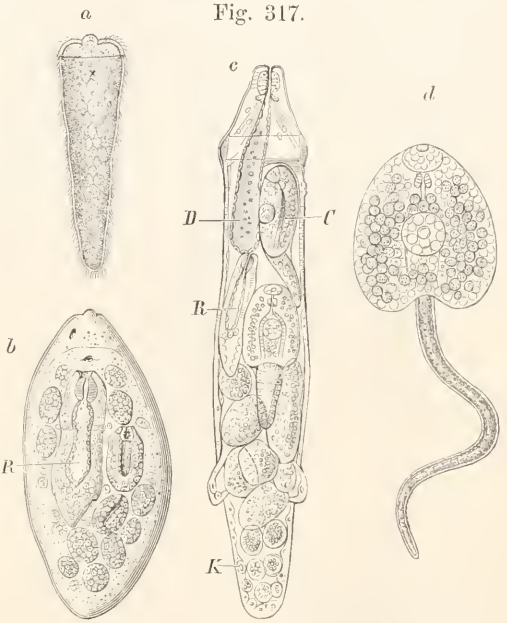


Embryonal-Entwicklung des *Distomum tereticolle* nach H. Schauinsland. *a* Ei nach Erhärtung in Pikrinschwefelsäure, *Es* Eischale, *E* Eizelle, *D* Dotterzellen. *b* Der Dotter grösstentheils verbraucht zu Gunsten der Embryonalzellen, von denen sich am oberen Pole innerhalb des Deckels (*S*) zwei Hüllzellen (*H*) abheben. *c* Späteres Stadium, die Hüllmembran (*H*) umschliesst einen Haufen von Embryonalzellen, der Dotter (*D*) fast gänzlich verbraucht. *d* Auftreten des Ectoblasts (*Ec*), dessen grosse Kerne sich von denen des Entoblasts (*En*) abheben. *e* das Ectoblast besteht nur aus acht Zellen, deren vorgewölbte Kerne hervortreten. *f* ein reifer Embryo vor dem Ausschlüpfen, *B* Borstenplatten mit ihren Kernen.

Der Nahrungsdotter, welcher aus grossen runden Zellen des Dotterstockes besteht, bleibt unbetheiligt und wird während der Embryonalentwicklung aufgebraucht. Die sich furchende Eizelle liegt dem Pole der Schale zugekehrt, an welchem sich der Deckel abhebt, und ebenso später das Kopfende des Embryos entsteht. Von dem aus der Furchung hervorgegangenen soliden Zellenhaufen hebt sich am oberen Pole eine Zelle ab, deren Theilungszellen den Embryo in Form einer membranösen, nach dem Ausschlüpfen desselben in der Eischale zurückbleibenden Hülle umwachsen. Die peripherische, doch wohl nur einen Theil des Ectoblasts vertretenden Zellenlage erzeugt entweder eine Wimpern tragende Haut oder ein mit einer structurlosen Cuticula und Chitinborsten besetztes Plattenepithel (*D. tereticolle*). Der umschlossene Zellenhaufen verändert sich der Art, dass die peri-

pherischen Zellen sich abflachen und epithelartig an die Innenseite des Ectoblasts anlegen, andere am Kopfende zur Anlage des Darmes sich ordnen, und der grösste Theil unverändert die sogenannten Keimzellen (indifferent gebliebene, Keimplasma haltige Furchungszellen) liefert. Auffallend erscheint der frühzeitig (oft schon vor dem Ausschlüpfen aus dem Eie oder nach der Einwanderung) eintretende Verlust des ectodermalen Platten-, beziehungsweise Wimperepithels, ähnlich wie auch bei bewimperten Bandwurmlarven (*Bothriocephalus*) das Wimperepithel nach der Einwanderung in den Zwischenträger abgeworfen wird. Nach Ablauf der Embryonalentwicklung schlüpfen die contractilen, meist bewimperten Embryonen (Fig. 317 und 319), welche bereits Anlagen des Wassergefässsystems, seltener zugleich eine Sauggrube mit Mundöffnung und Darmschlauch besitzen, aus dem Ei aus und suchen sich auf dem Wege selbstständiger Wanderung ein neues Wohnthier auf. Indessen gibt es auch Fälle passiver Ueberführung durch Vermittlung der Nahrung, und diese scheinen überall da zu bestehen, wo an Stelle der Wimperhaare Chitingebilde an der Haut des Embryos vorhanden sind (*Distomum tereticolle*, *Leucochloridium*). In der Regel ist es eine Wasserschnecke, in deren Inneres sie eindringen, um zu einfachen oder verästelten Keimschläuchen, zu *Sporocysten* (ohne Mund und Darm) oder *Redien* (mit Mund und Darm) auszuwachsen. Dieselben erzeugen durch sogenannte Keimkörner, welche jedoch wahrscheinlich den Eikeimen[1]) der Ovarialanlage oder, was auf dasselbe hinauskommt, indifferenten Keimplasma haltigen Furchungszellen entsprechen, die Generation der geschwänzten *Cercarien* oder auch eine Tochterbrut von Keimschläuchen, welche letztere dann erst die *Cercarien* hervorbringen. Die Cercarien sind nichts Anderes als die Distomeenlarven, welche oft erst nach einer zweimaligen activen und passiven Wanderung an den Aufenthaltsort der Geschlechtsthiere gelangen. Mit äusserst beweglichem Schwanzanhang, häufig auch mit Mundstachel, sowie zuweilen mit Augen ausgestattet, zeigen sie in ihrer übrigen Organisation bis

Fig. 317.

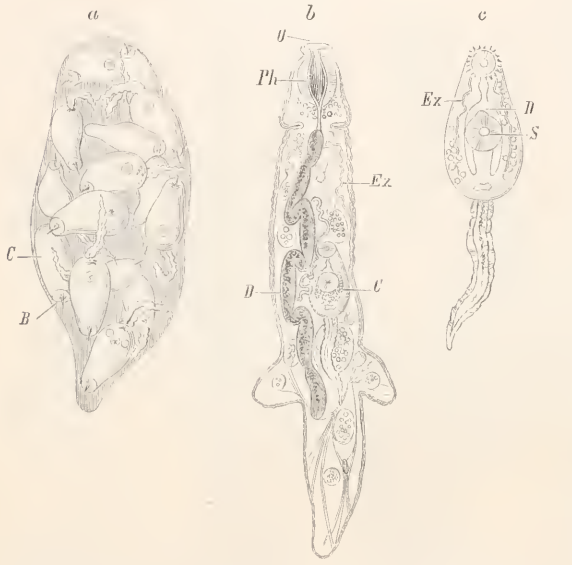


Entwicklungszustände von *Distomum hepaticum*. — *a* Freischwimmender bewimperter Embryo. — *b* Sporocyste mit Redien *(R)*, nach R. Leuckart. — *c* Redie desselben, nach Thomas. *D* Darm, *C* Cercarien, *R* Redie, *K* Keimkörper. — *d* Cercarie nach Thomas.

[1]) Dann hätten wir in der Distomum-Entwicklung keinen Generationswechsel, sondern eine mit Paedogenese verbundene Heterogonie (C. Grobben).

auf den Mangel der Geschlechtsorgane bereits eine grosse Uebereinstimmung mit den ausgebildeten Distomeen. In dieser Form verlassen dieselben selbstständig den Leib ihrer Amme und des Ammenträgers und bewegen sich theils kriechend, theils schwimmend im Wasser umher. Hier finden sie bald ein neues Wasserthier (Schnecke, Wurm, Insectenlarve, Krebs, Fisch, Batrachier), in welches sie, unterstützt durch die Bohrbewegungen des kräftig schwingenden Schwanzanhanges, eindringen, um nach Verlust des letzteren zu encystiren. Die Cercarienbrut aus dem Innern der Schnecke zerstreut sich so auf zahlreiche Träger, und aus den geschwänzten Cercarien werden encystirte junge geschlechtslose Distomeen, die erst auf passivem Wege mit dem Fleische ihres Trägers in den Magen eines andern Thieres und von da, ihrer Cyste befreit, in das Organ (Darm, Harnblase etc.) gelangen, in welchem sie geschlechtsreif werden. Somit kommen in der Regel drei verschiedene Träger in Betracht, deren Organe die verschiedenen Entwicklungsstadien der Distomeen (Keimschlauch, encystirte Form, Geschlechtsthier) beherbergen. Die Uebergänge von dem einen zum anderen werden theils durch selbstständige Wanderungen (Embryonen, Cercarien), theils durch passive Uebertragung (encystirte Jugendform) vermittelt. Indessen können Abweichungen von dem allgemeinen Entwicklungsgang eintreten, sowohl Complicationen als Vereinfachungen. Im letzteren Falle unterbleibt die Einwanderung in den zweiten Zwischenträger, und die ausschlüpfende Cercarie gelangt activ oder passiv an den Ort des Geschlechtsthieres, activ durch selbstständige Wanderung (*Cercaria macrocerca* des *Distomum cygnoides*), oder passiv durch directe Aufnahme mittelst der Nahrung (*Leucochloridium* der Bernsteinschnecke des *Distomum holostomum* = *macrostomum* der Singvögel). Dann unterbleibt nicht nur die Encystirung, sondern es kann auch die Bildung des Cercarienschwanzes völlig ausfallen (Brut des *Leucochloridium*). Vergl. Fig. 316.

Fig. 318.

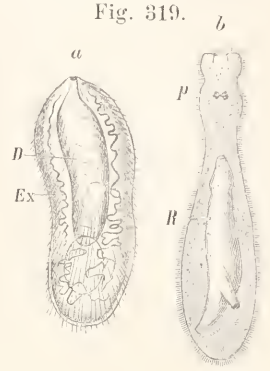


a Der aus einem *Distomum*-Embryo hervorgegangene Keimschlauch (Sporocyste) mit Cercarienbrut (*C*) gefüllt, *B* Bohrstachel einer Cercarie. — *b* Redie. *O* Mund, *Ph* Pharynx, *D* Darm, *Ex* Excretionsorgan, *C* Cercarienbrut. — *c* Freigewordene Cercarie. *S* Saugnapf, *D* Darm, *Ex* Excretionsorgane.

Häufiger und in mannigfaltigen Modificationen treten Complicationen auf, zunächst dadurch, dass die Sporocysten Redien und diese Cercarien erzeugen (*Cercaria cystophora* aus *Planorbis marginatus*. G. Wagener). Oder es gehen

auch aus den sogenannten Keimkörnern der Redien nicht Cercarien, sondern eventuell eine zweite Generation von Redien hervor, welche erst die Cercarien hervorbringen. Dieser Entwicklungsmodus hat für *D. hepaticum* Geltung, erfährt aber wiederum dadurch eine Vereinfachung, dass die auswandernden Cercarien keines neuen Zwischenträgers mehr bedürfen, sondern sich an Pflanzen encystiren und mit diesen zugleich von dem Träger der späteren Geschlechtsthiere aufgenommen werden. Auch kann der Embryo ohne zur Sporocyste zu werden, eine Redie erzeugen und diese vor der Einwanderung in die Schnecke (*Monostomum mutabile* und *flavum*) wie einen constanten Parasiten in sich bergen. (Fig. 319 *b*.) Ferner gibt es uneingekapselte junge Distomeen, welche in ihrem Träger nie geschlechtsreif werden, wie in der Linse und dem Glaskörper des Vertebratenauges, sowie im Gallertgewebe der Coelenteraten. Umgekehrt hat man encystirte Formen (*Gastérostomum gracilescens* in Cysten des Schellfisches, *Distomum agamos* der Gammarinen) geschlechtsreif und im Zustande der Eierproduction gefunden.

Fig. 319.



a Embryo von *Diplodiscus (Amphistomum) subclavatus*, nach G. Wagener. *D* Darm, *Ex* Wassergefässsystem. — *b* Embryo von *Monostomum mutabile*, nach v. Siebold. *P* Augenflecken, *R* die Redie im Innern.

Nun können sich aber auch Sporocysten (z. B. die Sporocysten der *Cercaria minuta*) und selbst Redien (z. B. der *C. fulvopunctata*) durch Theilung vermehren, und ebenso vermag sich der Cercarienschwanz zu einer Sporocyste zu gestalten und nach seiner Loslösung Brut zu erzeugen. Schon Pagenstecher machte dies Verhalten für *C. bucephala* (*Bucephalus polymorphus*) und *D. duplicatum* aus Anodonta wahrscheinlich. Ercolani hat dasselbe für *C. cristata* La Val. aus Limnaeus auricularis, *macrocerca* de Fil., *cucumerina* E. und *Bucephalus* bestätigt. Es erscheint daher der Schwanzanhang der Cercarie seiner Bedeutung nach wie ein vereinfachtes brutproducirendes Theilstück des Körpers und weist somit auf das bei den Cestoden normal gewordene Verhältniss der Proglottidenbildung hin, welche somit schon von den Trematoden vorbereitet wird.

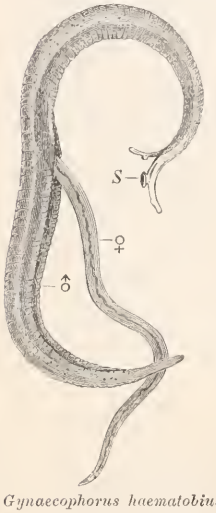
Fig. 320.

Distomum Rathonisi Poir. vielleicht identisch mit *crassum Busk.* nach R. Leuckart.

Auch scheint für manche Formen eine grosse Anpassungsfähigkeit an veränderte Lebensbedingungen zu bestehen, durch welche das Vorkommen jener im Organismus verschiedener Wohnthiere möglich wird. Die aus der *Cercaria echinata* der Paludina vivipara sich entwickelnde Geschlechtsform hat als *D. echinatum* ihren normalen Anfenthalt im Darm der Ente und Wasservögel, gelangt aber auch im Darm des Hundes, sowie der Mäuse und Ratten zur Reife.

1. Unterordnung. *Distomeae, Distomeen.* Saugwürmer mit höchstens zwei Sauggruben, ohne Hakenbewaffnung, welche sich mittelst Generationswechsels (Heterogonie) entwickeln. Die Ammen und Larven leben vorzugsweise in Mollusken, die ausgebildeten Geschlechtsthiere im Darmcanale der Vertebraten. Eine vollständig ausgebildete Trennung des Geschlechtes besteht bei der paarweise vereinten *Bilharzia haematobia* aus dem Venensystem des Menschen. (Fig. 321.) Auch einzelne Arten der Gattungen Monostomum und Distomum bilden im Zusammenhange mit der Arbeitstheilung des Geschlechtslebens dimorphe Formen aus, indem die einen Individuen lediglich den männlichen, die anderen ausschliesslich den weiblichen Geschlechtsapparat zur Entwicklung bringen. Die Anlage des nicht fungirenden Geschlechtsorganes erfährt alsdann eine mehr oder minder tiefgreifende Rückbildung. Solche Distomeen sind zwar der morphologischen Anlage nach Zwitter, thatsächlich jedoch getrennten Geschlechtes.

Fig. 321.



Gynaecophorus haematobius. Männchen und Weibchen, letzteres im Canalis gynaecophorus des ersteren. *S* Bauchsaugnapf.

Leider ist die vollständige Biologie und Entwicklungsgeschichte nur für wenige Arten, welche durch sämmtliche Entwicklungsstadien verfolgt werden konnten, unter anderen für *D. hepaticum*, ausreichend festgestellt.

Fam. *Monostomidae.* Von oval gestreckter, mehr oder minder rundlicher Form, mit nur einem Saugnapf an oder im Umkreise des Mundes. *Monostomum* Zeder. Saugnapf im Umkreise des Mundes, Pharynx kräftig. Geschlechtsöffnungen nur wenig vom Vorderende entfernt. *M. mutabile* Zeder, in der Leibeshöhle, Augenhöhle und im Darme verschiedener Wasservögel, lebendig gebärend. *M. flavum* Mehlis, in der Speiseröhre und Brusthöhle von Wasservögeln, entwickelt sich aus *Cercaria ephemera* der Planorbis. *M. lentis* v. Nordm., jugendliche, noch nicht geschlechtsreife Form in der Linse des Menschen. *M. bipartitum* Wedl, paarweise in Cysten, das eine Individuum vom lappigen Hinterleibe des andern umwachsen, Kiemen des Thunfisches. *Holostomum* Nitsch., *Hemistomum* Dies.

Fam. *Distomidae.* Körper lanzetförmig, häufig verbreitert, seltener langgezogen und rundlich, mit einem grossen Bauchsaugnapf. Die Geschlechtsöffnungen, dicht nebeneinander, liegen meist vor derselben.

Distomum. Mittlere Sauggrube der vorderen genähert. *D. hepaticum* L., Leberegel. (Fig. 314.) Mit kegelförmigem Vorderende und zahlreichen stachelartigen Höckerchen an der Oberfläche des breiten blattförmigen Körpers, mit verästelten Darmschenkeln, c. 30 Mm. lang. Lebt in den Gallengängen des Schafes und anderer Hausthiere und erzeugt die sogenannte Leberfäule der Schafheerden. Auch im Menschen kommt der Wurm gelegentlich vor und dringt sogar in die Pfortader und in das Gebiet der Hohlvene ein. Der langgestreckte Embryo entwickelt sich erst nach längerem Aufenthalte des Eies im Wasser und hat einen continuirlichen Wimperüberzug, sowie einen x-förmigen Augenfleck. (Fig. 317.) In Betreff der Entwicklung haben R. Leuckart[1]) und Thomas nachgewiesen, dass sie in *Limnaeus minutus* und *pereger* durchlaufen wird, dass die Embryonen zu Sporocysten

[1]) R. Leuckart, Zur Entwicklungsgeschichte des Leberegels. Archiv für Naturgesch., 1882; Zool. Anzeiger, 1882. A. P. Thomas, The Life History of the Liver-Fluke. Quarterly Journal of microsc. Science, 1883.

werden und diese Redien erzeugen. In den Redien entstehen entweder wieder Redien oder sogleich Cercarien, welche frei geworden, eine Cyste ausscheiden und das Vermögen haben, an fremden Objecten sich einzukapseln. Ob dieselben aber direct mit der Pflanzenkost oder mittelst Zwischenträger in den Träger des Geschlechtsthieres gelangen, wurde bislang nicht festgestellt. Wahrscheinlich trifft jedoch das erstere Verhältniss zu. *D. crassum* Busk, vielleicht identisch mit *D. Rathouisi* Poir. (Fig. 320), im Darm der Chinesen, von 1—2 Zoll Länge und $^1/_2$ Zoll Breite, ohne Stachelhöckerchen, mit einfachen schlauchförmigen Darmschenkeln. *D. lanceolatum* Mehlis. Körper lanzettförmig langgestreckt, 8—9 Mm. lang, lebt mit *D. hepaticum* am gleichen Orte. Der Embryo entwickelt sich erst im Wasser, ist birnförmig und nur an der vorderen Hälfte bewimpert, trägt auf dem zapfenförmig vorspringenden Scheitel einen stiletförmigen Stachel. *D. conjunctum* Cobb. Lancettförmig, 12 Mm. lang, in der Leber des Hundes, selten des Menschen. Ostindien. *D. spathulatum* R. Lkt. = *D. sinense* Cobb., gestreckt, nach hinten verbreitert, 10—12 Mm. lang, massenhaft in der Leber des Menschen und der Katze in Japan und China. *D. pulmonale* Bölz. von plumper, dicker Körperform, 8—10 Mm. lang, 4—6 Mm. breit, bräunlichroth, lebt in den Lungen des Menschen in China und Japan. *D. ophthalmobium* Dies. Eine als Art zweifelhafte Form, von der nur vier Exemplare in der Linsenkapsel eines neunmonatlichen Kindes beobachtet worden sind. *D. heterophyes* Bilh. v. Sieb. 1—1·5 Mm. lang, im Darm des Menschen in Aegypten. *D. goliath* Van Ben., 80 Mm. lang, in *Pterobalaena*.

Zahlreiche Arten, wie *Distomum clavigerum* Van Ben. (mit *Cercaria ornata* aus Planorbis), *D. retusum* Rud. (mit *Cercaria armata* aus Sporocysten in Limnaeus und Planorbis), *D. cygnoides* Zed., leben im Darme, Lunge und Harnblase der Frösche und Salamander. *D. filicolle* Rud. (*D. Okeni* Köll.), paarweise in Schleimhauteinsackungen der Kiemenhöhle von *Brama Raji*. Das eine Individuum ist drehrund, schmal und erzeugt Zoospermien, das andere ist in der mittleren und hinteren Leibesgegend sackförmig aufgetrieben und mit Eiern erfüllt. Wahrscheinlich rührt die ungleichmässige Ausbildung beider Individuen daher, dass die Begattung nur zur Befruchtung des einen Individuums führte, welches nun seine weiblichen Geschlechtsfunctionen entfalten konnte.

Bilharzia[1]) *haematobia* Cobb. (*Gynaecophorus* Dies.) (Fig. 321.) Körper langgestreckt, Nematoden ähnlich. Getrennt geschlechtlich. Das Weibchen schmächtig, cylindrisch. Das Männchen mit starken Saugnäpfen und rinnenförmig umgeschlagenen Seitenrändern, welche einen Canalis gynaecophorus zur Aufnahme je eines Weibchens bilden. Darmcanal mit Schlund und zwei Darmschenkeln, welche sich hinter dem Ovarium, beziehungsweise den 5 bis 8 Hodenblasen zu einem unpaaren Schlauch wieder vereinigen. Leben paarweise vereint in der Pfortader, Darm- und Harnblasenvenen des Menschen in Abyssinien. Die Embryonen sind nach Cobbold bewimpert und besitzen ein ansehnlich entwickeltes Wassergefässsystem. Durch die in die Schleimhautgefässe der Harnleiter, Harnblase und des Dickdarmes abgesetzten Eiermassen werden Entzündungen erzeugt, die oft Haematurie zur Folge haben.

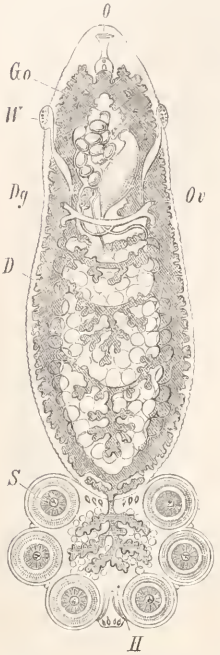
Amphistomum Rud. Bauchsaugnapf am hinteren Körperende. *A. subclavatum* Nitsch., im Dickdarm des Frosches.

2. Unterordnung *Polystomeae*, *Polystomeen*. Saugwürmer mit zwei kleinen seitlichen Sauggruben am Vorderende und einem oder mehreren hinteren Saugnäpfen, zu denen häufig noch zwei grosse Chitinhaken hinzukommen. Ausnahmsweise finden sich auch quere Borstenreihen vor (*Tristomum coccineum*). Augen sind häufig vorhanden. Sie leben meist als Ectoparasiten, theilweise wie die Hirudineen, und entwickeln sich direct ohne Generationswechsel aus Eiern, die meist schon an dem Aufenthaltsorte des Mutterthieres zum Ausschlüpfen

[1]) Gustav Fritsch, Zur Anatomie der Bilharzia haematobia Cobb. Archiv für mikrosk. Anatomie. Bd. 31, 1888.

kommen. Zuweilen ist die Entwicklung eine Metamorphose (*Polystomum*) und die jungen Larven leben an einem anderen Orte.

Fig. 322.



Polystomum integerrimum, nach E. Zeller. *O* Mund, *Go* Genitalöffnung, *D* Darm, *W* Begattungsöffnungen (Seitenwülste), *Dg* Dottergänge, *Ov* Ovarium, *S* Saugnapf, *H* Haken.

Am besten ist die Entwicklungsgeschichte von *Polystomum integerrimum* aus der Harnblase des Frosches durch E. Zeller bekannt geworden. (Fig. 322 und 323.) Die Eierproduction beginnt im Frühjahre, wenn der Frosch aus dem Winterschlafe erwacht, sich zur Paarung anschickt, und währt zwei bis drei Wochen. Man kann dann leicht auch die Polystomeen in Wechselkreuzung beobachten. Beim Eierlegen drängt der Parasit seinen Vorderleib mit der Geschlechtsöffnung durch die Harnblasenmündung nahe bis zum After. Die Embryonalentwicklung erfolgt im Wasser und nimmt eine Reihe von Wochen in Anspruch, so dass die jungen Larven erst ausschlüpfen, wenn die Kaulquappen bereits innere Kiemen gewonnen haben. Die Larven sind Gyrodactylus ähnlich und besitzen vier Augen, einen Schlund nebst Darm, sowie eine von 16 Häkchen umstellte Haftscheibe. Auf ihrer Oberfläche sind sie mit fünf Querreihen von Wimpern, drei ventralen an der vorderen, zwei dorsalen an der hinteren Körperhälfte bekleidet. Auch der Spitze des Vorderendes gehört eine Wimperzelle an. Die Larven wandern nun in die Kiemenhöhle der Kaulquappen ein, verlieren hier die Wimperhaare und wachsen unter Bildung der beiden Mittelhaken, sowie der drei Paare von Sauggruben auf der hinteren Haftscheibe zum jungen Polystomum aus, welches etwa acht Wochen nach der Einwanderung in die Kiemenhöhle, zur Zeit, wenn diese zu veröden beginnt, durch Magen und Darm in die Harnblase übertritt und hier, freilich erst nach drei und mehr Jahren, völlig geschlechtsreif wird. Ausnahmsweise und immer dann, wenn die Larven in die Kiemen sehr junger Kaulquappen gelangen, werden sie schon in der Kiemenhöhle der letzteren geschlechtsreif. Dann bleiben die Formen sehr klein, entbehren der Begattungscanäle und Eibehälter und gehen nach Erzeugung eines einzigen Eies zu Grunde, ohne in die Harnblase gelangt zu sein.

Fig. 323.

Ei mit Embryo (*a*) und ausgeschlüpfte Larve (*b*) von *Polystomum integerrimum*, nach E. Zeller.

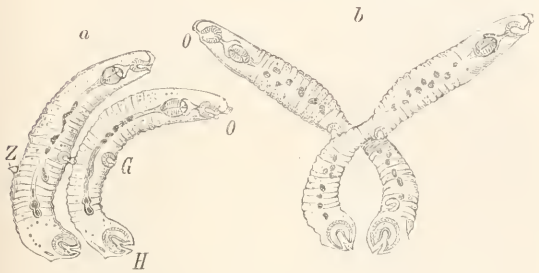
Fam. *Tristomidae*. Hinterende mit einem grossen Saugnapf und ohne Chitinwaffen, Mundende mit zwei kleinen Saugnäpfen. *Tristomum papillosum* Dies., an den Kiemen von Xiphias. *Calicotyle* Dies.

Fam. *Polystomidae*. Mit mehreren hinteren Saugscheiben, die meist paarig in zwei seitlichen Reihen angeordnet sind und durch Hakenbewaffnungen in ihrer Wirksamkeit

unterstützt werden. Genitalöffnungen häufig von Haken umgeben. *Polystomum* Zed. Mit vier Augen, ohne seitliche Sauggruben am vorderen Ende, aber mit Mundnapf, mit sechs Saugnäpfen sowie zwei grossen medianen Haken und 16 kleinen Häkchen am Hinterende. *P. integerrimum* Rud., in der Harnblase von *Rana temporaria*. (Fig. 322.) *P. ocellatum*, Rachenhöhle von *Emys*, verhält sich in der Bildung des Hodens und in dem Ausfall des Eierbehälters wie die geschlechtsreife Form aus der Kiemenhöhle von *P. integerrimum*. *Octobothrium lanceolatum* Duj. *Onchocotyle appendiculata* Kuhn, an den Kiemen von Haien.

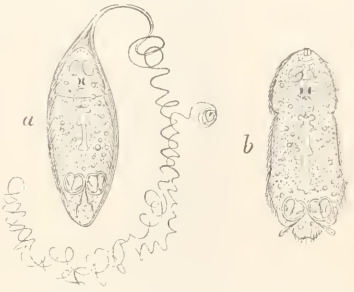
Diplozoon Nordm., Doppelthier. Zwei Einzelthiere zu einem x-förmigen Doppelthiere verschmolzen, dessen Hinterenden mit zwei grossen, in vier Gruben getheilten Haftscheiben bewaffnet sind. Im Jugendzustande als *Diporpa* solitär lebend, besitzen sie einen Bauchsaugnapf, sowie einen Rückenzapfen. Auch bei dem Doppelthiere fällt die Eibildung vornehmlich in das Frühjahr. Die Eier werden nach Ausbildung ihres Haftfadens einzeln ausgestossen und lassen etwa zwei Wochen später einen Embryo ausschlüpfen, welcher sich von *Diporpa* durch den Besitz zweier Augenflecke und eines an den Seitenrändern und an der Hinterleibsspitze befindlichen Wimperapparates unterscheidet. (Fig. 293.) Finden die Larven an den Kiemen von Süsswasserfischen Gelegenheit zur Ansiedelung, so

Fig. 324.



Junges *Diplozoon*, nach E. Zeller. *a* Zwei *Diporpen* im Beginn der Aneinanderheftung, *b* nach gegenseitiger Anheftung. *O* Mund, *H* Haftapparat, *Z* Zapfen, *G* Grube.

Fig. 325.



Ei (*a*) und Larve (*b*) von *Diplozoon*, nach E. Zeller.

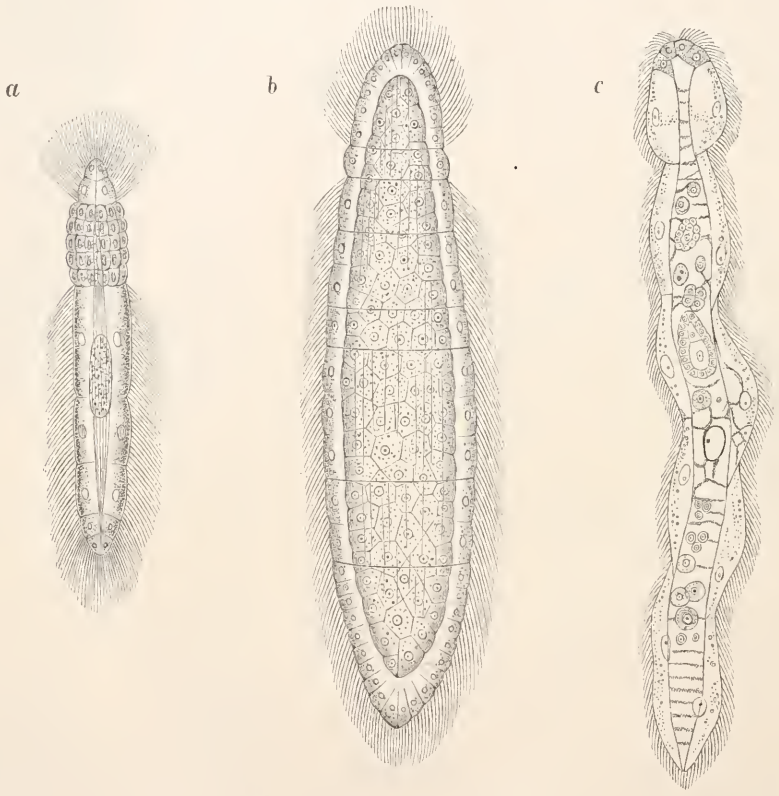
werden sie alsbald durch den Verlust der Wimpern zur *Diporpa*, welche jetzt schon den charakteristischen Haftapparat besitzt und Kiemenblut einsaugt. Die bald erfolgende Vereinigung zweier Diporpen geschieht nicht, wie man früher glaubte, einfach durch die Verwachsung beider Bauchsaugnäpfe, sondern in der Art, dass sich der Bauchsaugnapf jedes Thieres an den Rückenzapfen des anderen anheftet und mit diesem verwächst. (Fig. 324 und 325.) *D. paradoxum* v. Nordm. auf den Kiemen zahlreicher Süsswasserfische.

Fam. *Gyrodactylidae*. Sehr kleine Saugwürmer mit grosser terminaler Schwanzscheibe und kräftigem Hakenapparat. Der Körper birgt eine Tochter- und in dieser eingeschachtelt eine Enkel- und Urenkelgeneration. v. Siebold glaubte beobachtet zu haben, dass sich aus einer Keimzelle von Gyrodactylus ein junges Thier entwickelt, und dass dieses während seiner Entwicklung trächtig wird; da er samenbereitende Organe vermisste, betrachtete er den Gyrodactylus als Amme. G. Wagener wies aber nach, dass die Fortpflanzung eine geschlechtliche ist, und gelangte zu der Auffassung, dass die Keime zu den eingeschachtelten Generationen aus Resten des befruchteten, das Tochterthier bildenden Eies hervorgehen. Auch Metschnikoff ist der Ansicht, dass die Bildung von Toehter- und Enkelindividuum gleichzeitig aus der gemeinschaftlichen Masse übereinstimmender Embryonalzellen erfolgt. *Gyrodactylus* v. Nordm., *G. elegans* von Nordm., an den Kiemen der Cyprinoiden und anderer Süsswasserfische.

Im Anschluss an die Trematoden mögen die an den Venenanhängen der Cephalopoden schmarotzenden *Dicyemiden*, sowie die erst später bekannt-

gewordenen in Echinodermen und Turbellarien lebenden *Orthonectiden* [1]) ihre Stellung finden. Der langgestreckte wurmförmige Leib dieser unzutreffend als Mesozoën bezeichneten Parasiten besteht nur aus zwei Zellenschichten, einem aus verhältnissmässig wenigen Zellen gebildeten bewimperten Ectoderm und einer innern Zellenmasse, welche bei den Dicyemiden [2]) durch eine einzige, sehr langgestreckte, die Axe einnehmende Zelle vertreten ist. Diese Zusammensetzung des Leibes aus zwei Zellenschichten hat denn auch zu der Auffassung Anlass gegeben, dass diese Thierformen als vereinfachte Coelenteraten oder

Fig. 326.



a Rhopalura Giardii (*Orthonectide*) Männchen, *b* Weibchen, nach Julin. *c Dicyemopsis macrocephalus*, nach Ed. van Beneden.

gar als Gastraeaden zu betrachten seien, die durch den Parasitismus wie die Cestoden Mund- und Gastralhöhle eingebüsst hätten. Mit vielleicht besserem Rechte können dieselben als in der Entwicklung gehemmte, aber zur geschlechtlichen Fortpflanzung gelangte Larven von Saugwürmern angesehen werden, deren

[1]) A. Giard, Les Orthonectides. Journal de l'Anatomie et de la Physiologie, Tom. XV, 1879. E. Metschnikoff, Untersuchungen über Orthonectiden. Zeitschr. für wiss. Zoologie. Tom. 35, 1881.

[2]) Ed. van Beneden, Recherches sur les Dicyémides. Bull. Académie Belgique. Bruxelles, 1876. C. O. Whitman, A Contribution to the Embryology, Life History and Classification of the Dicyemids. Mittheilungen aus der zool. Station. Neapel, Tom. IV, 1882.

Jugendstadien eine ähnliche Anordnung der Zellen des Leibes zeigen. Wie dort springen am Kopfende der *Dicyemiden* zwei oder vier Zellen buckelförmig vor. Die Fortpflanzungszellen liegen in der Achsenzelle und gestalten sich zu zweierlei Embryonen, „wurmförmigen" und „infusorienförmigen", welche sich auf verschiedene Individuen (nematogene und rhombigene) vertheilen. Nach Whitman sollen einzelne Individuen in der Jugend infusorienförmige, später wurmförmige Embryonen erzeugen.

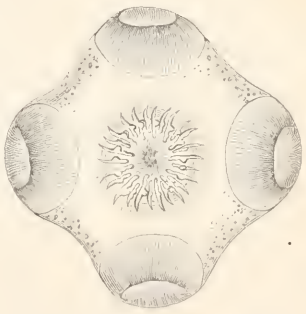
Bei den *Orthonectiden* ist der Leib äusserlich geringelt, und die innere Zellenmasse aus einem Haufen von Zellen gebildet, über welchen unterhalb des Ectoderms eine Lage von Muskelfasern verläuft. Es wurden männliche und weibliche Thiere, letztere wieder in zwei Formen unterschieden. Die cylindrischen Weibchen lassen ihre Eier austreten, bei den abgeplatteten gelangen die letzteren im Körper des Mutterthieres zur Entwicklung.

3. Ordnung. **Cestodes** [1]**, Bandwürmer.**

Langgestreckte, meist gegliederte Plattwürmer ohne Mund und Darmapparat, mit Haftorganen am Vorderende.

Die an ihrem bandförmigen, in der Regel gegliederten Leibe kenntlichen, im Darmcanal von Wirbelthieren schmarotzenden Bandwürmer wurden früher allgemein für Einzelthiere gehalten. Erst seit Steenstrup brach sich eine abweichende Auffassung Bahn, welche in dem Bandwurme eine Kette von Einzelthieren, einen Thierstock, dagegen in dem Bandwurmgliede, der *Proglottis*, das Individuum erkannte. Obgleich nun in der Mehrzahl der Fälle die Gliedstücke des Körpers als Proglottiden zur Lostrennung kommen, ja sogar in vielen Fällen (*Echineibothrium*) nach der Lösung vom Gesammtkörper des Bandwurmes bedeutend fortwachsen und geraume Zeit selbstständig existiren, so gibt es doch auch Cestoden (*Caryophyllaeus*), welche sowohl der äusseren Gliederung, als der Wiederholung des Geschlechtsapparates entbehren. Man wird daher die Individualität des gesammten Bandwurmes aufrecht erhalten müssen, zugleich aber innerhalb derselben die morphologisch enger begrenzte, untergeordnete Individualitätsstufe

Fig. 327.

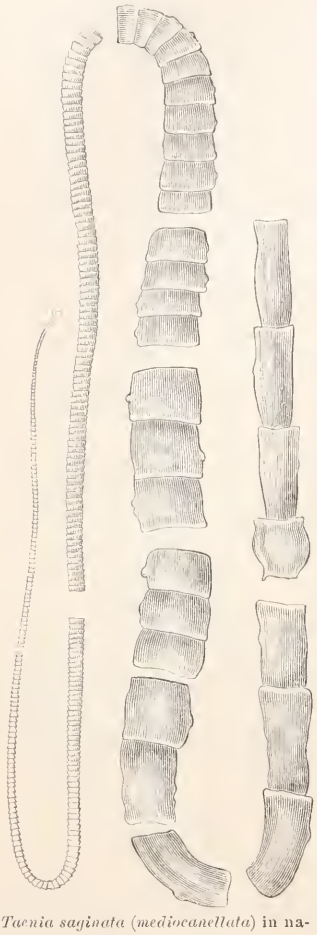


Kopf von *Taenia solium*, von der Scheitelfläche gesehen, mit Rostellum und doppeltem Hakenkranz, sowie mit vier Sauggruben.

[1]) Ausser den älteren Werken und Schriften von Pallas, Zeder, Bremser, Rudolphi, Diesing u. A. vergl. van Beneden, Les vers cestoïdes ou acotyles. Bruxelles, 1850. Küchenmeister, Ueber Cestoden im Allgemeinen und die des Menschen insbesondere. Dresden, 1853. v. Siebold, Ueber die Band- und Blasenwürmer. Leipzig, 1854. G. Wagener, Die Entwicklung der Cestoden. Nov. Act. Leop.-Car., Tom. XXIV., Suppl., 1854. Derselbe, Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Eingeweidewürmer. Haarlem, 1857. R. Leuckart, Die Blasenbandwürmer und ihre Entwicklung. Giessen, 1856. Derselbe, Die menschlichen Parasiten. 2. Aufl. Tom. I. F. Sommer und L. Landois, Ueber den Bau der geschlechtsreifen Glieder von Bothriocephalus latus. Zeitschr. für

der Proglottis anerkennen. Diese Auffassung ist die einzig zutreffende, zumal nur der Vergleich des gesammten Bandwurmes, nicht etwa der *Proglottis* mit den Trematoden statthaft ist, von denen die Cestoden durch Vereinfachung der Organisation und Verlust des Darmcanals abzuleiten sind, wie sich auch in der Entwicklung beider homologe Stadien (*Cercaria, Cysticercoid*) wiederholen.

Fig. 328.



Taenia saginata (*mediocanellata*) in natürlicher Grösse, nach R. Leuckart.

Der vordere verschmälerte Körpertheil des Bandwurmes vermag sich mit seinem kopfartig angeschwollenen Ende festzuheften. Dasselbe wird als *Bandwurmkopf* unterschieden, verdient jedoch nur mit Bezug auf die äussere Form diese Bezeichnung. Sehr schwach und nur durch eine lappige, gefranste Ausbreitung gebildet ist die Kopfbewaffnung bei *Caryophyllaeus*. Häufig endet die Kopfspitze mit einem Stirnzapfen, *Rostellum*, dem ein doppelter Kreis von Haken angehört, während die Seitenflächen des Kopfes mit vier Sauggruben bewaffnet sind (*Taenia*). (Fig. 327.) In anderen Fällen sind nur zwei Sauggruben vorhanden (*Bothriocephalus*), oder es treten complicirter gebaute, mit Haken besetzte Sauggruben (*Acanthobothrium*) auf, oder vier hervorstülpbare, mit Widerhaken besetzte Rüssel (*Tetrarchynchus*) (Fig. 330*a*.) bilden die Bewaffnung, die in einer Reihe anderer Gattungen mannigfache besondere Formen bieten kann.

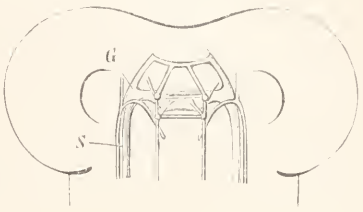
Der auf den Kopf folgende, als Hals bezeichnete Abschnitt zeigt in der Regel die ersten Spuren beginnender Gliederung; die anfangs noch undeutlich abgesetzten Querringel werden im Verlaufe des Bandwurmleibes zur kurzen schmalen, dann in continuirlicher Aufeinanderfolge zu längeren und breiteren Gliedern, den *Proglottiden*, welche sich mit Zunahme ihrer Entfernung vom Kopfe schärfer und bestimmter abgrenzen. (Fig. 328.) Am

wiss. Zool., 1872. Th. Pintner, Untersuchungen über den Bau des Bandwurmkörpers. Arbeiten aus dem zool. Institut etc. zu Wien, 1880. M Braun, Zur Entwicklungsgeschichte des breiten Bandwurmes (Bothriocephalus latus). Würzburg, 1883. Hugo Schauinsland, Die embryonale Entwicklung der Bothriocephalen. Jen. Zeitschr., Tom. XIX, 1885. L. Niemiec, Untersuchungen über das Nervensystem der Cestoden. Arbeiten des zoolog. Instituts. Wien, Tom. VII. Heft I. 1887. Fr. Zschokke, Recherches sur la structure anatomique et histologique des Cestoides. Génève, 1888. B. Grassi und G. Rovelli, Embryologische Forschungen an Cestoden, Centralbl. für Bakteriologie. Tom. V, 1889. O. Hamann, In Gammarus pulex lebende Cysticercoiden mit Schwanzanhängen, Jen. naturw. Zeitschr., 1889. C. Claus, Zur morphologischen und phylogenetischen Beurtheilung des Bandwurmkörpers. Arbeiten aus dem zoolog. Institute der Universität, Wien, Tom. VII. Heft I. 1889.

hinteren Abschnitt des Bandwurmes erlangen die Glieder den grössten Umfang und die Fähigkeit der Loslösung; sie trennen sich vom Bandwurm ab und leben eine Zeit lang isolirt, zuweilen sogar an demselben Aufenthaltsorte fort.

Dem einfachen äusseren Bau entspricht auch eine einfache innere Organisation. Unter der Cuticula-ähnlichen äusseren Membran breitet sich eine Lage kleiner, in Fasern auslaufender Zellen aus, die man früher als Hypodermis betrachtete. Dieselbe entspricht jedoch wahrscheinlich einer Bindegewebsschicht mit feingranulirter Intercellularsubstanz, in welcher schlauchförmige oder bläschenartige Drüsenzellen eingestreut sind. Dann folgt das zellig-bindegewebige Parenchym, in welchem mächtige Bündel von Längsmuskelfasern, sowie eine innere Lage von Ringmuskeln eingebettet sind; beide werden vornehmlich an den Seiten des Leibes von dorsoventralen Fasergruppen durchsetzt. Die wechselnde Zusammenziehung aller dieser Muskeln bedingt den überaus grossen Formenwechsel der Proglottiden, die sich unter Zunahme der Breite und Dicke bedeutend verkürzen und unter beträchtlicher Verschmälerung zu doppelter Länge ausdehnen können. Das bindegewebige Leibesparenchym enthält nicht nur die Muskeln, sondern alle übrigen Organe eingebettet. In seinen peripherischen Partien, vornehmlich in der Nähe des Kopfes, liegen in demselben kleine, dicht gehäufte Kalkconcremente, welche als verkalkte Bindegewebszellen betrachtet werden.

Fig. 329.



Nerven und Kopfganglien mit Querbrücke und austretenden Nerven von *Taenia mediocanellata*, (schematisch) nach Niemiec.

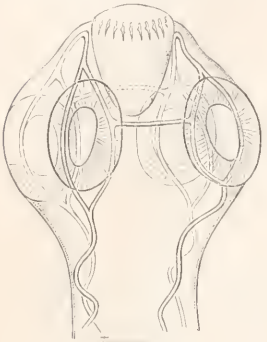
Fig. 330 *a*.

Junger *Tetrarhynchus* mit beginnender Gliederung. Man sieht die vier Wassergefässstämme mit der Endblase (*B*), sowie die Verbindungsschlinge im Kopfe.

Das *Nervensystem* wird von zwei seitlichen, an der äusseren Seite der Wassergefässstämme verlaufenden Strängen gebildet, deren etwas verdickte Enden im Kopfe durch eine Querbrücke verbunden sind, welche mit jenen die Kopfganglien repräsentirt. (Fig. 329.) Ausgesprochene *Sinnesorgane* fehlen, indessen wird man der Hautoberfläche, vornehmlich der des Kopfes und der Sauggruben, *Tastvermögen* zuschreiben können. Desgleichen fehlt ein *Verdauungscanal*. Die bereits zur Resorption fähige Nahrungsflüssigkeit dringt endosmotisch durch die gesammte Körperwandung in das Leibesparenchym ein. Dagegen erreicht der *Excretionsapparat* als ein vielfach ramificirtes, die ganze Körperlänge durchziehendes Canalsystem einen bedeutenden Umfang. Es sind ursprünglich je zwei (ein dorsaler und ventraler) an den Seiten verlaufende Längscanäle vorhanden, welche im Kopfe durch Querschlingen in einander übergehen (Fig. 330) und bei den Taenien in den einzelnen Gliedern durch Queranastomosen in Verbindung stehen. Diese Längsstämme, deren

Wand mit Ring- und Längsmuskelfasern bekleidet sein kann, sind jedoch nur die Ausführungsgänge eines sehr feinen, in allen Parenchymtheilen verzweigten Gefässsystems, in welches zahlreiche lange Trichterröhrchen, mit geschlossenem, ein flackerndes Geisselläppchen enthaltendem Trichter im Parenchym beginnend, einführen. (Fig. 330 *c*.) In vielen Fällen, wie bei *Ligu-liden* und *Caryophyl-laeus*, spalten sich diese Längsstämme wieder in zahlreiche Längsgefässe, die durch Queranastomosen verbunden sind. In den Proglottiden erweitern sich oft die beiden ventralen Stämme auf Kosten der beiden dorsalen Stämme, welche auch ganz atrophiren können. Die Ausmündungsstelle des Wassergefässsystems liegt in der Regel am hinteren Leibesende, beziehungsweise am Hinterrande des letzten Gliedes, an welchem eine kleine Blase mit Excretionsporus die Längsstämme aufnimmt. Selten kommen auch im Vorderende des Bandwurmes hinter den Sauggruben Oeffnungen des Excretionsapparates hinzu.

Fig. 330 *b*.



Kopf eines *Tetrabothrium* mit den vier Saugnäpfen und den Gefässschlingen.

Fig. 330 *c*.

Wimperkölbchen mit der flackernden Geissel von *Phyllobothrium*, stärker vergrössert.

Fig. 330 *d*.

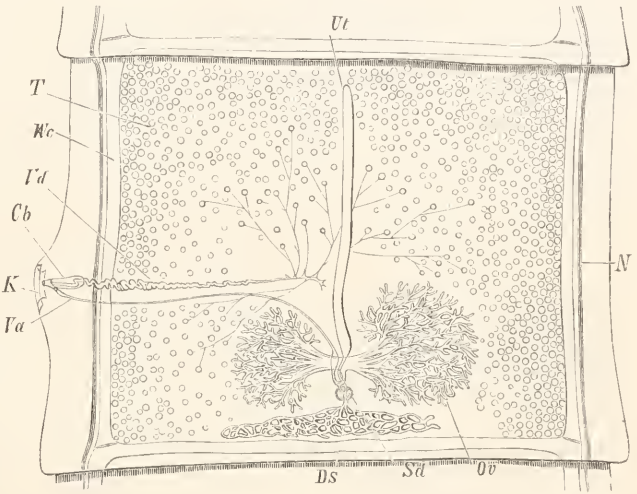
Ein Stück des Wassergefässsystems von *Caryophyllaeus mutabilis*. *Wb* Wimperkölbchen mit dem Kern der zugehörigen Zelle, *Kr* Körperrand. Fig. 330 *a*, *b*, *c*, *d* nach Th. Pintner.

Den Proglottiden entsprechend gliedert sich auch der Geschlechtsapparat. Jede Proglottis hat ihre besonderen männlichen und weiblichen Geschlechtsorgane und kann deshalb in den Fällen von völliger Lostrennung als Geschlechtsindividuum niederer Ordnung betrachtet werden. Der männliche Apparat besteht aus zahlreichen birnförmigen Hodenbläschen, welche der Dorsalseite zugekehrt sind und deren Vasa efferentia in einen gemeinsamen Ausführungsgang münden. Das geschlängelte Ende dieses letzteren liegt in einem muskulösen Beutel (*Cirrusbeutel*) und kann aus demselben als sogenannter *Cirrus* durch die Geschlechtsöffnung hervorgestülpt werden. Derselbe erscheint häufig mit rückwärts gerichteten Spitzen besetzt und dient als Copulationsorgan. Die weiblichen Geschlechtsorgane bestehen aus *Ovarium*, *Dotterstock* (Eiweissdrüse), *Schalendrüse*, *Fruchtbehälter* und *Vagina* (Begattungscanal nebst Receptaculum), welche letztere in der Regel unterhalb der männlichen Geschlechts-

öffnung meist in einem gemeinsamen umwallten Geschlechtsporus, entweder auf der Bauchfläche des Gliedes (*Bothriocephalus*), oder am Seitenrande (*Taenia*) und dann alternirend bald an der rechten, bald an der linken Seite nach aussen mündet. (Fig. 331.) Indessen kommt es auch vor, dass beide Geschlechtsöffnungen im weiten Abstand getrennt liegen, dass die männliche Oeffnung am Seitenrande, die weibliche auf der Fläche der Glieder ihre Lage hat. Auch kann der Geschlechtsapparat sich in den Seitenhälften der Proglottis paarig wiederholen, in welchem Falle rechts und links Oeffnungen liegen (*Dipylidien*).

Mit der Grössenzunahme der Glieder und der Entfernung derselben vom Kopfe schreitet die geschlechtliche Ausbildung allmälig von vorn nach hinten vor, doch so, dass die männliche Geschlechtsreife etwas früher als die weibliche eintritt, nachher die Begattung und mit ihr die Anfüllung der Samenblase (*Receptaculum seminis*) mit Samenfäden erfolgt, während erst später die weiblichen Geschlechtsorgane zur vollen Reife gelangen. Im Laufe dieses Vorganges werden die Eier befruchtet und in den Uterus übergeführt. Erst dann erhält der anfangs einfache Fruchtbehälter seine charakteristische Form und Grösse, während die Hoden, sowie auch die Ovarien und Dotterstöcke mit der allmäligen Füllung des Uterus mehr oder weniger vollständig resorbirt werden. (Fig. 332.) Nur die hinteren, zur Trennung reifen Proglottiden haben die gesammte geschlechtliche Entwicklung durchlaufen, und die Eier im Innern ihres Fruchtbehälters umschliessen häufig bereits vollständig ausgebildete Embryonen. In der continuirlichen Aufeinanderfolge der Glieder erkennt man demnach den Entwicklungsgang für die Entstehung und allmälige Reifung der Geschlechtsorgane und Geschlechtsproducte. Die Zahl der Bandwurmglieder von der Anlage der Geschlechtsorgane an bis zum Auftreten der ersten Proglottiden mit entwickeltem Fruchtbehälter kann einen Ausdruck für die Anzahl der Stadien abgeben, welche jedes Glied durchlaufen muss. Die Bandwürmer sind *ovipar*, sei es nun, dass sich die Embryonen bereits

Fig. 331.

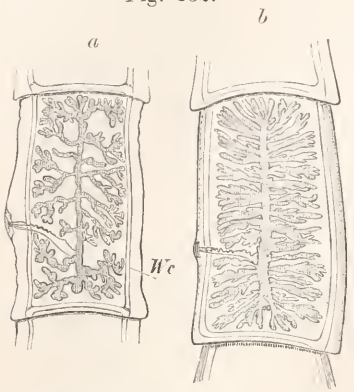


Proglottis von *Taenia mediocanellata* im Stadium männlicher und weiblicher Reife, nach Sommer. *Ov* Ovarium, *Ds* Dotterstock (Eiweissdrüse), *Sd* Schalendrüse, *Ut* Uterus, *T* Hodenbläschen, *Vd* Vas deferens, *Cb* Cirrusbeutel, *K* Kloake, *Va* Vagina (Begattungscanal), *Wc* Wassergefässcanal, *N* Nervenstrang.

innerhalb des mütterlichen Körpers in den Eierschalen ausbilden (*Cystotaenia*), sei es, dass dieselben erst ausserhalb der Proglottis, z. B. im Wasser zur Entwicklung gelangen (*Bothriocephalus*).

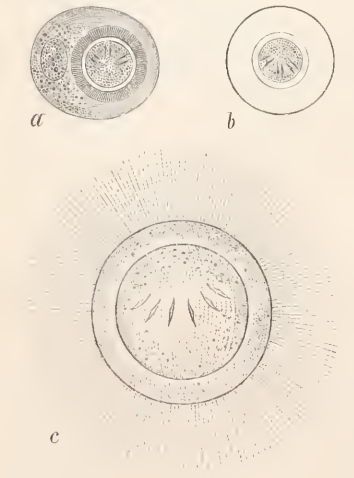
Die Eier der Cestoden (Fig. 333) sind von runder oder ovaler Form und von geringer Grösse. Ihre Hülle ist einfach, oder auch aus mehrfachen dünnen Häuten zusammengesetzt, oder aber dieselbe stellt sich als feste dicke Kapsel dar, welche bei den *Cystotaenien* aus dicht neben einander stehenden, durch eine Zwischensubstanz verkitteten Stäbchen gebildet wird und dem entsprechend ein granulöses Ansehen darbietet. In vielen Fällen fällt die Embryonalentwicklung mit der Bildung der Eischale zusammen, und das abzusetzende Ei enthält bereits einen fertigen sechs-, selten vierhakigen Embryo; bei vielen *Bothriocephaliden* entwickelt sich derselbe erst während des längeren Aufenthaltes des Eies im Wasser und verlässt mit Wimpern bekleidet die einfache Eihülle. Dies gilt für die dickschaligen Eier der Bothriocephalen, welche sich mittelst Deckels öffnen, nachdem sich der mit Wimpern bekleidete Embryo im Wasser entwickelt hat. Die aus dünnschaligen Eiern entwickelten Embryonen sind mit einer chitinigen Haut bekleidet, und gelangen wie bei vielen Taenien, bereits im Bandwurmkörper zur Entwicklung. Die Vorgänge der Embryonalentwicklung [1]) verhalten sich bei Taenien und Bothriocephalen ähnlich. Nur die von Nahrungsdotter oft ganz umschlossene Eizelle betheiligt sich an der Furchung. Die Furchung ist im Ganzen eine regelmässige, und schon frühzeitig tritt eine dicht am Eipole gelegene Zelle durch ihre Grösse hervor. Dieselbe scheint sich zu theilen und umwächst zugleich mit der zweiten an den andern Pol gerückten Zelle die Embryonalzellen, um eine Hüllmembran zu bilden. Während der Nahrungsdotter mehr und mehr verbraucht wird, vollzieht sich an dem Haufen der Embryonalzellen eine Scheidung des einschichtigen Ectoblasts vom Entoblast.

Fig. 332.



Zur Trennung reife Proglottis, *a* von *Taenia solium*, *b* von *Taenia mediocanellata* *Wc* Wassergefässcanal.

Fig. 333.



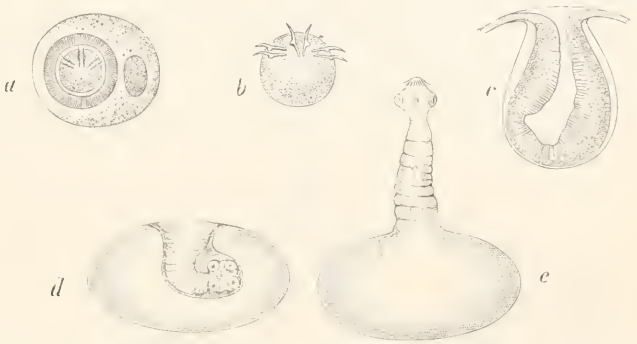
Ei mit Embryo, *a* von *Taenia solium*, *b* von einer *Microtaenia*, *c* von *Bothriocephalus latus*, nach R. Leuckart.

[1]) Vergl. besonders E. van Beneden, Recherches sur le développement embryonnaire de quelques Ténias. Archiv. de Biologie, Vol. II, 1881. H. Schauinsland, Die embryonale Entwicklung der Bothriocephalen. Jen. naturw. Zeitschr., Tom. XIX, 1886.

Jenes gestaltet sich zu einer mantelartigen Rinde, die entweder zu einer chitinigen (*B. rugosus*) oder cilientragenden (*B. latus*) Hautschicht wird, während das Entoblast die sechs Embryonalhäkchen erzeugt und mit Rücksicht auf den späteren Verlust der Hülle und Hautschicht den Embryo- und Larvenkörper allein zusammensetzt. Da auch bei den *Taenien* ähnliche, später verloren gehende Embryonalhüllen erzeugt werden, hat man den Cestoden ein Ectoderm abgesprochen.

Die Entwicklung des Embryos, beziehungsweise der Larve zum Bandwurm erfolgt vielleicht in keinem Falle direct an demselben Aufenthaltsorte im Darmlumen des ursprünglichen Trägers. Als Regel kann eine complicirte, zuweilen (*Echinococcus*, *Coenurus*) mit Generationswechsel verbundene Metamorphose gelten, deren aufeinanderfolgende Stadien an verschiedenen Wohnplätzen leben, meist in verschiedenen Thierarten die Bedingungen ihrer Ausbildung finden und theils durch passive, theils active Wanderungen übertragen werden. Die Eier der Taenien verlassen gewöhnlich mit den Proglottiden den Darm des Bandwurmträgers und gelangen auf Düngerhaufen, an Pflanzen oder auch in das Wasser und von hier aus mittelst der Nahrung in den Magen meist pflanzenfressender oder omnivorer Thiere. Nachdem in dem neuen Träger die Eihüllen unter der Einwirkung des Magensaftes verdaut oder gesprengt worden sind, bohren sich die freigewordenen Embryonen im Magen oder Darm des neuen Trägers mittelst ihrer sechs (selten vier) Häkchen, deren Spitzen über die Peripherie des kleinen kugeligen Embryonalkörpers einander genähert und wieder entfernt werden können, in die Magen- und Darmgefässe ein. (Fig. 334.) In dem Gefässsysteme angelangt, werden sie unzweifelhaft passiv durch die Blutwelle fortgetrieben und auf näheren oder entfernteren Bahnen in den Capillaren der verschiedensten Organe, als Leber, Lunge, Muskeln, Gehirn etc., abgesetzt. Nach dem Verluste ihrer Häkchen wachsen die Embryonen, in der Regel von einer bindegewebigen Cyste umkapselt, zu grösseren Bläschen mit wandständigem contractilen Parenchym und wässerigem Inhalt aus. Die Blase wird allmälig zur *Finne* oder zum *Blasenwurm*, indem von ihrer Wandung aus in das Innere eine (*Cysticercus*) [1]) oder zahlreiche (*Coenurus*) Hohlknospen

Fig. 334.

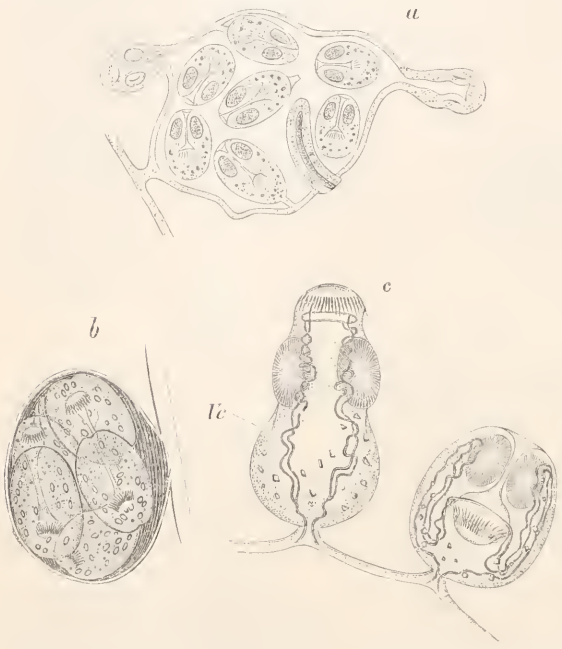


Entwicklungszustände von *Taenia solium* bis zum *Cysticercus*, zum Theil nach R. Leuckart. *a* Ei mit Embryo, *b* freigewordener Embryo, *c* Hohlzapfen an der Wand des Blasenwurmes (Anlage des Kopfes), *d* Finne mit eingestülptem Kopf, *e* dieselbe mit ausgestülptem Kopf, etwa viermal vergrössert

[1]) Ausnahmsweise kommen zwei oder mehrere Köpfe bei manchen Cysticercusformen vor.

wachsen, welche im Grunde der Höhlung die Bewaffnung des Bandwurmkopfes in Form von Saugnäpfchen und doppeltem Hakenkranz erhalten. Stülpen sich diese Hohlknospen nach aussen um, so dass sie als äussere Anhänge der Blase erscheinen, so zeigen sie die Form und die Bewaffnung des Bandwurmkopfes nebst mehr oder minder entwickeltem Hals und selbst bereits sich gliederndem Bandwurmkörper. Es kann auch der Fall eintreten (*Echinococcus*), dass die unregelmässig gestaltete Mutterblase von ihrer Wandung aus im Innern Tochter-[1]) und Enkelblasen erzeugt. An diesen Blasen nehmen die Bandwurmköpfchen in besonderen kleinen Brutkapseln ihren Ursprung. (Fig. 335.) Dann ist natürlich die Zahl der von einem Embryo entsprossenen Bandwurmköpfe eine enorme, und die Mutterblase kann einen sehr beträchtlichen Umfang, nicht selten die Grösse eines menschlichen Kopfes erreichen, dabei in Folge ausgedehnten Wachsthums häufig eine unregelmässige Form gewinnen. Dagegen bleibt der zugehörige Bandwurm sehr klein und trägt meist nur eine einzige reife Proglottis. (Fig. 336.)

Fig. 335.



a Brutkapsel von *Echinococcus* mit in der Bildung begriffenen Köpfchen, nach R. Leuckart. *b* Brutkapsel, nach G. Wagener, *c* *Echinococcus*-Köpfchen noch im Zusammenhange mit der Wand der Brutkapsel, das eine ausgestülpt. *Vc* Excretionscanäle.

Im Finnenzustand und in dem Träger des letzteren scheint sich der Bandwurmkopf niemals zu dem geschlechtsreifen Bandwurm auszubilden, wenngleich derselbe in manchen Fällen zu einer ansehnlichen Länge auswächst (*Cysticercus fasciolaris* der Hausmaus). Die Finne muss in den Darmcanal eines neuen Thieres eintreten, damit der Bandwurmkopf (*Scolex*) nach seiner Trennung von der Wandung des Blasenkörpers in den Zustand des geschlechtsreifen Bandwurmes eintreten kann. Diese Uebertragung erfolgt mittelst der Ernährung durch den Genuss des finnigen Fleisches und der mit Blasenwürmern inficirten Organe auf passivem Wege, bedingt durch die Wechselbeziehungen des Naturlebens. Es sind daher vorzugsweise Raubthiere, Insectenfresser und Omnivoren, welche mit dem Leibe der zu ihrer Ernährung dienenden Thiere die Blasen-

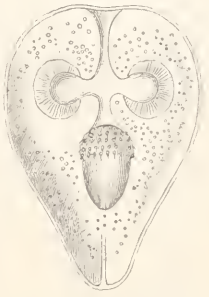
[1]) Auch bei Cysticerken (*C. longicollis, tenuicollis*) kommt die Abschnürung steriler Tochterblasen vor.

würmer in sich aufnehmen und die aus demselben hervorgehenden Cestoden im Darme beherbergen. Die Blase wird dann im Magen verdaut und der Bandwurmkopf als *Scolex* frei; dieser, durch die Kalkconcremente vor zu intensiver Einwirkung des Magensaftes geschützt, tritt alsbald in den Dünndarm ein, heftet sich an der Darmwand fest und wächst unter allmäliger Gliederung in den Bandwurmleib aus. Aus dem *Scolex* geht die Kettenform, *Strobila*, durch ein mit Gliederung verbundenes Längenwachsthum hervor, welches auch als eine Form der ungeschlechtlichen Fortpflanzung (Sprossung in der Längsachse) aufgefasst worden ist. Indem es aber der Leib des Scolex ist, welcher das Wachsthum und die Segmentirung erfährt, erscheint es am natürlichsten, von der Individualität der gesammten Kette auszugehen und dieser die Individualität der Proglottiden unterzuordnen. Dann ist die Bandwurmentwicklung als eine durch die Individualisirung bestimmter Entwicklungszustände charakterisirte Metamorphose zu deuten. Nur für diejenigen Fälle, in welchen die Jugendform zahlreiche Bandwurmköpfe erzeugt, trifft die Deutung als Generationswechsel zu.

Fig. 336.

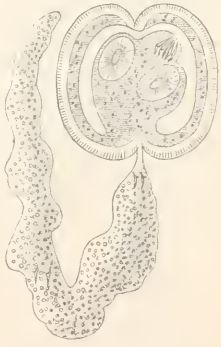
Taenia Echinococcus, nach R. Leuckart. 12mal vergrössert.

Fig. 337 *a*.



Cysticercoid von *Taenia cucumerina*, 60mal vergrössert. Nach R. Leuckart.

Fig. 337 *b*.

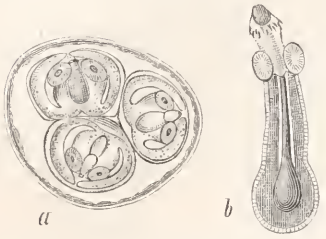


Cysticercoid von *Taenia sinuosa* aus Gammarus pulex, nach O. Hamann.

Uebrigens bietet die Entwicklung verschiedener Bandwürmer bedeutende Vereinfachungen. Häufig sinkt an dem encystirten Finnenstadium die Blase bis auf einen verschwindend kleinen Anhang, der Cysticercus wird zu einer *cysticercoiden* Form, an welcher sich oft ein die Embryonalhäkchen tragender Anhang von einem grösseren Abschnitt mit dem eingestülpten Scolex abhebt. (Fig. 337 *a* und *b* und 338.) Cysticercoiden finden vornehmlich in wirbellosen Thieren die Bedingungen zur Entwicklung und wurden bisher in Gammariden, Cyclops, Insecten (Mehlwurm, Silpha, Ohrwurm, Floh, Hundelaus), Nacktschnecken und Oligochaeten (Regenwurm und Tubifex) gefunden. In seltenen Fällen können dieselben auch im Körper des Bandwurmträgers vorkommen, so dass dann die Entwicklung ohne Zwischenwirth erfolgt, nach Grassi bei *Taenia murina* und deren Cysticercoid in den Darmzotten der Ratte. Offenbar repräsentirt das Cysticercoid einen ursprünglichern Zustand, dessen Beziehung zu der Jugendform der Distomeen noch an dem cercarienähnlichen Schwanzanhang unverkennbar hervortritt. (Fig. 337 *b*.) Da wo derselbe dem Cysticercoid fehlt, dürfte er ausgefallen beziehungsweise, einer äusseren Hülle ähnlich, um den Körper des Cysticercoids herumgeschlagen sein.

In anderen Fällen wird der Embryo unter Ausfall der Blasenbildung zum Scolex, so dass dieser letztere der spätere Formzustand des Embryos selbst ist (*Bothriocephalus*). Aber auch die vom Scolex erzeugten Glieder zeigen einen ausserordentlich verschiedenen Grad der Individualisirung oder werden überhaupt nicht mehr gebildet. Kopf und Leib sind dann nicht abzugrenzen und repräsentiren nur ein einziges, auch durch die Einheit des Geschlechtsapparates charakterisirtes, dem Trematoden vergleichbares Individuum (*Caryophyllaeus*) (Fig. 339), dessen Entwicklung als eine sich am Individuum freilich noch in zwei Trägern (die Jugendform der Tubificiden) vollziehende Metamorphose aufzufassen ist.

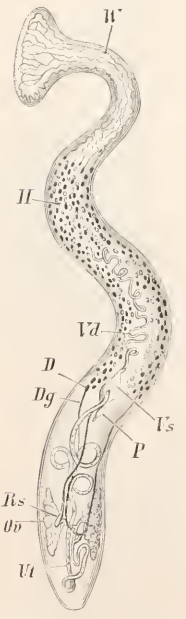
Fig. 338.



Echinococcus-ähnliches Cysticercoid aus der Leibeshöhle des Regenwurmes, nach E. Metschnikoff. *a* Brutkapsel mit drei Cysticercoiden, *b* Cysticercoid mit ausgestülptem Kopf.

Der Gattung *Caryophyllaeus* schliesst sich am nächsten der im Leibesraum von Limicolen (*Tubifex rivulorum*) aufgefundene *Archigetes* an, ein kleiner, mit einem Schwanzanhange versehener (noch die Embryonalhäkchen tragender) cercarienähnlicher Cestod, welcher ohne weitere Gliederung an diesem Aufenthaltsort geschlechtsreif und deshalb als sexuell entwickeltes *Cysticercoid* angesehen wird. Während derselbe einerseits seiner Form nach den Vergleich mit einer Cercarie gestattet, wirft derselbe andererseits ein gewisses Licht auf die Bedeutung der Cysticerkenblase, welche dem hinteren Abschnitt des Wurmleibes entspricht und den eingestülpten Vorderkörper als Schutzapparat umschliesst. Wenn wir nicht im Zweifel sein können — zumal im Hinblick auf Zwischenformen von Trematoden und Cestoden, wie *Amphilina* und *Amphiptyches* — diese aus reducirten Trematoden mit rückgebildetem Ernährungsapparat und modificirtem, an das Vorderende gerücktem Haftapparat abzuleiten, so werden wir auch für das Auftreten der Blasenwurmform phylogenetisch eine Erklärung gewinnen, indem wir sie nicht als ursprünglichen, sondern secundären, erst durch Anpassung veränderten und in Folge ungünstigerer Lebensverhältnisse erworbenen Zustand aufzufassen haben. Diese Jugendformen würden sich in fremde Träger verirrt, in diesen zu vereinfachten, anfangs exceptionellen (vergl. die Lehre v. Siebold's von den Finnen als verirrten hydropischen Bandwürmern), später normal gewordenen Zwischenstadien ausgebildet haben, um, in den primären Wirth zurückgeführt, unter Verlust gewisser, zeitweiligen Lebensverhältnissen angepasster Theile zu Geschlechtsthieren zu werden.

Fig. 339.



Caryophyllaeus mutabilis, nach V. Carus (Icones). *W* Wassergefässe, *H* Hoden, *Vd* Vas deferens, *Vs* Vesicula seminalis, *P* Penis, *Ov* Ovarium, *D* Dotterstock, *Dg* Dottergang, *Ut* Uterus, *Rs* Receptaculum seminis.

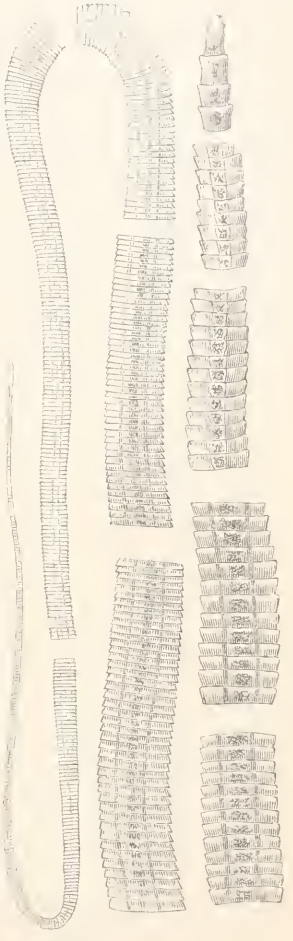
Fam. *Caryophyllaeidae*. Körper gestreckt und ungegliedert, mit gefaltetem Vorderrand, ohne Haken, mit acht und mehr geschlängelten Längscanälen des Excretionsapparates. Geschlechtsapparat einfach. Entwicklung eine vereinfachte Metamorphose. *Caryophyllaeus mutabilis* Rud., Nelkenwurm. (Fig. 339.) Darm der Cyprinoiden. Die Jugendform lebt vielleicht in *Tubifex rivulorum*, falls der von d'Udekem beobachtete Helminth dieselbe vorstellt. In diesem Wurme lebt aber noch ein zweiter, schon von Ratzel beobachteter und jüngst von R. Leuckart näher untersuchter Parasit, der sich als geschlechtsreifer (freilich noch mit einem die Embryonalhäkchen tragenden Anhang behafteter) Cestod erwiesen hat. *Archigetes Sieboldii* Lkt. Mit zwei schwachen Sauggruben am Vorderende und Schwanzanhang. (Fig. 341.)

Fam. *Ligulidae* (*Pseudophyllidae*). Meist ohne eigentliche Sauggruben, bald mit Haken, bald ohne Haken. Der Bandwurm ohne Gliederung, jedoch mit Wiederholung des Geschlechtsapparates. Leben in der Leibeshöhle von Knochenfischen und im Darm von Vögeln. *Ligula* Bloch. Körper bandförmig, ungegliedert. *L. simplicissima* Rud., in der Leibeshöhle von Fischen und im Darme von Wasservögeln. *L. tuba* v. Sieb., im Darme der Schleihe.

Fam. *Bothriocephalidae*. Mit nur zwei schwachen und flachen Sauggruben. Die Geschlechtsorgane münden in der Regel auf der Fläche der Proglottis. Die Proglottiden trennen sich nicht einzeln. Blasenwurmstadium durch einen eingekapselten Scolex repräsentirt. (Fig. 340 *b*.)

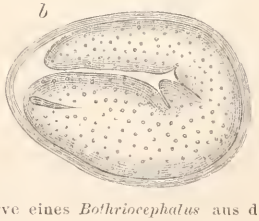
Bothriocephalus Brems. Bandwurmleib gegliedert, Kopf mit zwei flächenständigen Gruben, ohne Haken. Genitalöffnungen auf der Mitte der Bauchfläche. Der Jugendzustand meist in Fischen. *B. latus* Brems., der grösste menschliche Bandwurm von 24—30 Fuss Länge, vornehmlich in Russland, Polen, in der Schweiz und im südlichen Frankreich. (Fig. 340 *a*.) Die geschlechtsreifen Glieder sind breiter als lang (circa 10—12 Mm. breit und 3—5 Mm. lang) und trennen sich nicht isolirt, sondern in grösseren Abschnitten vom Bandwurmleib. Die Glieder des letzten Abschnittes erscheinen jedoch schmäler und länger. Kopf keulenförmig, mit zwei spaltförmigen Gruben. Die Seitenfelder des Körpers enthalten in ihrer Rindenschicht eine Menge rundlicher Körnerhaufen, die Dotterstöcke, deren Inhalt mittelst der sogenannten gelben Gänge in die Schalendrüse (Knäueldrüse) einmündet. (Fig. 342.) Die Genitalöffnungen liegen in der Mitte des Gliedes übereinander. Die obere grössere führt in den männlichen Geschlechtsapparat, zunächst in einen muskulösen, im Cirrusbeutel eingeschlossenen und als Cirrus ausstülpbaren Endabschnitt des Samenleiters. Dieser erscheint unmittelbar vor seinem Eintritt in den Cirrusbeutel zu einer kugeligen muskulösen Anschwellung aufgetrieben (Samenblase?), verläuft dann mehrfach geschlängelt in der Längsrichtung des Gliedes an der Rückenfläche und spaltet sich in zwei Seitenäste. Dieselben nehmen die Ausführungscanälchen der zarten

Fig. 340 *a*.



Bothriocephalus latus, nach R. Leuckart.

b



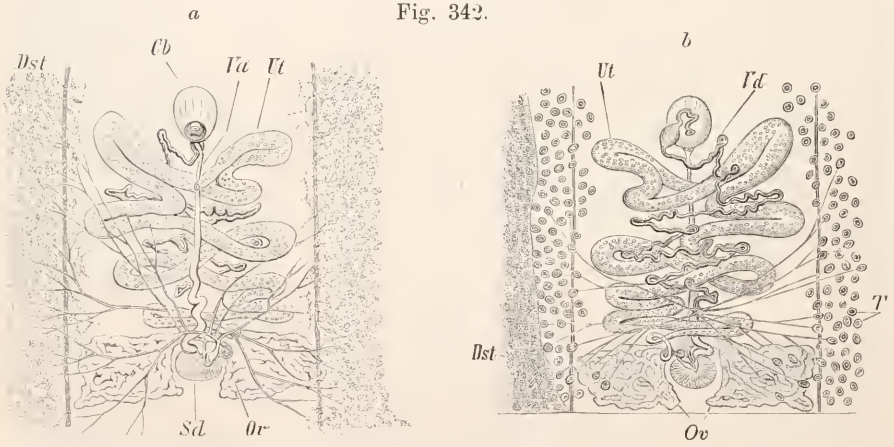
Larve eines *Bothriocephalus* aus dem Stint, nach R. Leuckart.

Hodensäckchen auf, welche die Seitenpartien des Mittelfeldes erfüllen. Die unterhalb des Cirrusbeutels gelegene Oeffnung führt in eine häufig mit Samen erfüllte Vagina, welche als ziemlich gerader Canal median an der Bauchfläche herabläuft und durch ein enges kurzes Canälchen in den Ausführungsgang des Keimstockes einmündet. Jene fungirt zugleich als Receptaculum seminis. Nun kommt noch eine dritte Oeffnung in weitem Abstand von beiden oberen hinzu, die Oeffnung des schlauchförmigen Fruchtbehälters, dessen rosettenförmige Faltung in der Mitte des Gliedes eine eigenthümliche Figur (*Wappenlilie,* Pallas) erzeugt. Nahe am Hinterrande des Gliedes münden in den engen, gewundenen Anfangstheil des Uterus (Knäuel) die Ausführungsgänge der Dotterstöcke und Keimstöcke zugleich mit den Zellen der Schalendrüse ein. Es liegen nämlich unterhalb der Uterusrosette, theilweise zwischen den hinteren Seitenhörnern derselben, die sogenannte Knäueldrüse und zu deren Seiten die sogenannten Seitendrüsen (Eschricht). Die letzteren sind nach Eschricht die Ovarien oder Keimstöcke (von R. Leuckart früher als Dotterstöcke gedeutet); die Knäueldrüse (Leuckart's Ovarium), ein Conglomerat birnförmiger Zellen, wird von Stieda, dem sich Landois und Sommer anschliessen, auf eine *Schalendrüse* zurückgeführt. Die Eier entwickeln sich meist im Wasser und springen mittelst einer deckelartigen Klappe am oberen Pole der Eischale auf. Der ausschlüpfende Embryo trägt ein Flimmerkleid (Fig. 333 c) und schwimmt mittelst dessen eine Zeit lang im Wasser umher. Braun hat in neuester Zeit nachgewiesen, dass der Hecht und die Quappe die Träger der scolexförmigen Jugendformen von Bothriocephalus sind. In diese gelangen die letzteren vielleicht erst aus einem anderen Zwischenträger, in welchem sich die wim-

Fig. 341.

Archigetes Sieboldii Lkt. Nach R. Leuckart.

Fig. 342.



Geschlechtsorgane einer reifen Proglottis von *Bothriocephalus latus,* nach Sommer und Landois. *a* von der Bauchseite, *b* von der Rückenseite dargestellt. *Ov* Ovarium, *Ut* Uterus, *Sd* Schalendrüse, *Dst* Dotterstock, *Va* Vagina mit Oeffnung, *T* Hoden, *Vd* Vas deferens, *Cb* Cirrusbeutel.

pernde Larve zum Scolex entwickelt. *B. cordatus* Lkt. Mit grossem herzförmigen Kopf ohne fadenförmigen Halstheil, mit zahlreichen Einlagerungen von Kalkkörperchen im Parenchym, wird nur circa 3 Fuss lang, im Darm des Menschen und des Hundes in Grönland. *B. liguloides* Lkt., Jugendform von 20 Cm. im subperitonealen Bindegewebe des Menschen in China und Japan. *B. rugosus* Rud., in dem Darm der Quappe.

Schistocephalus Crepl. Der gespaltene Kopf jederseits mit einer Sauggrube. Bandwurmleib gegliedert. *S. solidus* Crepl., lebt in der Leibeshöhle des Stichlings, gelangt von da in das Wasser und wird geschlechtsreif im Darm der Wasservögel. *Triaenophorus*

Rud. Kopf nicht abgesetzt, mit zwei schwachen Sauggruben und mit zwei Paar dreizackigen Haken. Der Leib entbehrt der äusseren Gliederung. Genitalöffnungen randständig. *T. nodulosus* Rud., im Hechtdarm, unreif in Kapseln der Leber von Cyprinus.

Hier schliessen sich die Familien der *Tetrarhynchidae* (*Tetrarhynchus linguatis* Cuv., lebt als Jugendzustand in Schollen, ausgebildet im Darme von Rochen und Haien) und *Tetraphyllidae* (*Echineibothrium minimum* van Ben.) an.

Fam. *Taeniadae*. Kopfbewaffnung aus vier muskulösen Saugnäpfen gebildet, zu denen häufig noch ein einfacher oder doppelter Hakenkranz auf dem Stirnzapfen (*Rostellum*) der Scheitelfläche hinzukommt. Proglottiden meist mit randständiger Geschlechtsöffnung, Vagina meist lang, am Ende zu einer Samenblase erweitert. Uterus geschlossen. Jugendzustände cysticerk oder cysticercoid, selten ganz ohne Schwanzblase, in Warm- und Kaltblütern.

Subfam. *Cystotaeniae*, Blasenbandwürmer, Rostellum mit doppeltem Hakenkranz von seltenen Ausnahmen abgesehen, vorhanden. Entwicklung mittelst Blasenwürmer.

Taenia L. (*Cystotaenia* R. Lkt.). Die Köpfe entstehen direct an der Blase des Cysticercus. *T. solium* L. Von 2—3 Meter Länge. Der doppelte Hakenkranz aus 26 Haken zusammengesetzt. (Fig. 327.) Die reifen Proglottiden etwa von 8—10 Mm. Länge und 6—7 Mm. Breite, der Eierbehälter mit 7—10 dendritischen Verzweigungen. (Fig. 332 *a*.) Lebt im Darm des Menschen. Der zugehörige Blasenwurm, als Finne, *Cysticercus cellulosae*, bekannt, lebt vornehmlich in dem Unterhautzellgewebe und in den Muskeln des Schweines, aber auch im Körper des Menschen (Muskeln, Augen, Gehirn), in welchem bei Vorhandensein der Taenie Selbstansteckung mit Finnen möglich ist, selten auch in den Muskeln des Rehes, des Hundes und der Katze. Im Gehirn des Menschen wächst die Finne in blasig ausgebuchtete Stränge aus, zuweilen ohne einen Kopf zu erzeugen. *T. saginata* Goeze = *mediocanellata* Küchenm., im Darme des Menschen, bereits von älteren Helminthologen als Varietät der *T. solium* unterschieden. (Fig. 328.) Kopf ohne Hakenkranz und Rostellum, aber mit vier um so kräftigeren Sauggruben. Der Bandwurm wird 4 Meter lang und erscheint viel stärker und feister. Die reifen Proglottiden circa 18 Mm. lang und 7—9 Mm. breit. Der Eierbehälter bildet 20—35 dichotomische Seitenzweige. (Fig. 332 *b*.) Die zugehörige Finne lebt in den Muskeln des Rindes. (Fig. 343.) Scheint vornehmlich in den wärmeren Gegenden der alten Welt verbreitet, findet sich aber auch im Norden an manchen Orten vorherrschend. *T. serrata* Goeze, im Darmcanal des Jagdhundes, mit der als *Cysticercus pisiformis* bekannten Finne in der Leber des Hasen und Kaninchens. *T. crassicollis* Rud. der Katze mit *Cysticercus fasciolaris* der Hausmaus. *T. marginata* Batsch des Hundes (Fleischerhund) und Wolfes mit *Cysticercus tenuicollis* aus dem Netze der Wiederkäuer und Schweine, auch gelegentlich des Menschen (*Cyst. visceralis*). *T. crassiceps* Rud. des Fuchses mit *Cysticercus longicollis* aus der Brusthöhle der Feldmäuse. *T. coenurus* v. Sieb., im Darme des Schäferhundes, mit *Coenurus cerebralis*, Quese oder Drehwurm, im Gehirn einjähriger Schafe als Finnenzustand. Uebrigens ist das Vorkommen des Coenurus auch an anderen Orten, wie z. B. in der Leibeshöhle des Kaninchens, constatirt. *T. tenuicollis* Rud. im Darme des Wiesels und Iltisses mit einem Cysticercus, der nach Küchenmeister in den Lebergängen der Feldmaus lebt.

Fig. 343.

Cysticercus von *Taenia mediocanellata*, etwa achtmal vergrössert, mit ausgestülptem Kopf.

T. (*Echinococcifer* Weinl.) Die Köpfe sprossen an besonderen Brutkapseln und differenziren sich in der Art, dass ihre Einstülpung dem Lumen der Blase zugewendet ist. *T. echinococcus* v. Sieb., im Darme des Hundes, 3—4 Mm. lang, nur wenige Proglottiden bildend. (Fig. 336.) Die Haken des Kopfes zahlreich, aber klein. Der zugehörige

Blasenwurm (Hülsenwurm), durch die bedeutende Dicke der geschichteten Cuticula ausgezeichnet, lebt als *Echinococcus* vornehmlich in der Leber und Lunge des Menschen (*E. hominis*) und der Hausthiere (*E. veterinorum*). Die erstere Form, wegen der häufigen Production von Tochter- und Enkelblasen auch als *E. altriciparíens* bezeichnet, erlangt meist eine viel bedeutendere Grösse und durch Aussackungen eine sehr unregelmässige Gestaltung, während die der Hausthiere (*E. scoliciparíens*) häufiger die Gestalt der einfachen Blase beibehält. Uebrigens bleiben die Echinococcusblasen nicht selten steril, ohne Brutkapseln, sogenannte *Acephalocysten*. Eine andere, und zwar pathologische Form ist der sogenannte multiloculäre Echinococcus, der lange Zeit für ein Alveolarcolloid, Gallertkrebs, gehalten wurde. Derselbe kommt auch bei Säugethieren vor (Rind) und zeigt hier oft eine täuschende Aehnlichkeit mit conglomerirten Tuberkelknoten. Sehr verbreitet war die *Echinococcuskrankheit* (*Hydatidenseuche*) in Island, auch in Mecklenburg. Ebenso scheint diese Krankheit in Australien an manchen Orten endemisch.

Subfam. *Microtaeniae*. Das Rostellum fehlt häufig oder ist unbewaffnet oder aber mit kleinen Häkchen besetzt. Entwicklung durch cysticercoide Jugendzustände.

1. *Dipylidia*. Microtaenien mit paarig sich wiederholendem Geschlechtsapparat und randständigen Genitalöffnungen jederseits.

T. (*Microtaenia*). Der finnenähnliche cysticercoide Jugendzustand von geringer Grösse und mit wenig Flüssigkeit in dem kleinen, der Blase entsprechenden Abschnitt. Bandwurmkopf klein, aber mit einem keulenförmigen oder rüsselartigen, schwache Haken tragenden Rostellum. Eier mit mehrfachen Hüllen. Embryonen meist mit grossen Haken. Die cysticercoiden Jugendformen leben vornehmlich in Wirbellosen, in Wegschnecken, Insecten etc., seltener in kaltblütigen Wirbelthieren (Schleihe). *T. cucumerina* Bloch., im Darme der Stubenhunde. Das Cysticercoid (Fig. 337 *a*) entbehrt der Schwanzblase ganz und lebt (nach Melnikoff und R. Leuckart) in der Leibeshöhle der Hundelaus und des Flohes. Die Infection mit Cysticercoiden geschieht dadurch, dass der Hund den ihn belästigenden Parasiten verschluckt, während der Parasit die mit dem Koth an die Haut geriebenen Eier frisst. Identisch ist *T. elliptica* Batsch., im Darme der Katze, gelegentlich auch des Menschen. *T. expansa* Rud., im Schafe. *T. denticulata* Rud., im Rind. *T. pectinata* Goeze und *T. Leuckarti* Riehm, im Hasen.

2. *Brachytaeniae*. Von sehr breiter, kurz geringelter Körperform und seitlicher Ausmündung des Geschlechtsapparates. *T. perfoliata* Goeze (*T. plicata* Rud. noch unausgewachsene Jugendform), im Pferd. *T. mamillana* Mehl. im Pferd. *T. nana* Bilh. v. Sieb., im Darm der Abyssinier, auch in Sicilien beobachtet, von kaum Zolllänge, nahe verwandt, wenn nicht identisch mit *T. murina*, deren Cysticercoid sich nach Grassi und Rovelli ohne Zwischenwirth in den Darmzotten der Ratte entwickelt. *T. flavopunctata* Weinl., im menschlichen Darm, von Weinland in Nordamerika entdeckt, aber auch von Grassi in Italien gefunden und als identisch mit *T. diminuta* Rud. = *leptocephala* Crepl. der Ratte betrachtet.

Eine besondere Gruppe von Taenien bilden die Taenien mit flächenständigen Genitalöffnungen. *T. litterata* Batsch. *T. lineata* Goeze im Darm des Hundes. Zu einer anderen Gruppe gehören die Taenien aus dem Darm der Vögel. *T. sinuosa* Zed., im Darm der Gans und Ente. *T. tenuirostris* aus Merganser und Anas, beide mit geschwänzten Cysticercoiden aus Gammarus als Jugendformen.

4. Ordnung. **Nemertini**[1]) = **Rhynchocoela, Schnurwürmer.**

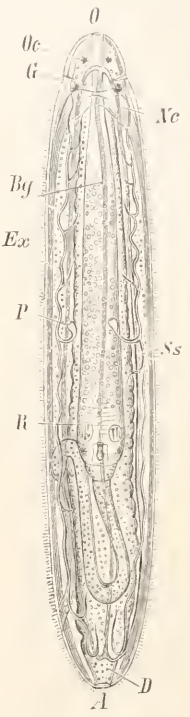
Langgestreckte, häufig bandförmige Plattwürmer, mit geradem, mittelst Afteröffnung ausmündendem Darm, gesondertem vorstülpbaren Rüssel, mit

[1]) A. de Quatrefages, Mémoire sur la famille des Némertines. Ann. des sc. nat., Sér. 3, Tom. VI, 1846. Mc. Intosh, On the structure of the British Nemerteans. Trans-

Blutgefässen, meist mit zwei Wimpergruben am Kopftheil, getrennten Geschlechts.

Die Schnurwürmer sind nicht nur durch ihre langgestreckte Leibesform, sondern auch durch ihre bedeutende Körpergrösse und hohe Organisation ausgezeichnet. Unter der Haut, welche Pigmente, sowie flaschenförmige Schleimdrüsen enthält, breiten sich mächtige, von Bindegewebe durchsetzte Muskelschichten aus, von denen die äussere, bei den *Schizonemertinen* mächtig entwickelte Längsmuskelschicht den übrigen Nemertinen (*Palaeonemertinen*, *Hoplonemertinen*) fehlt, so dass bei diesen nur eine Ringmuskellage und eine innere Längsmuskelschicht auftritt. Stets findet sich am vorderen Körperende oberhalb des Munddarmes ein langer vorstülpbarer, zuweilen mit stiletförmigen Stacheln bewaffneter schlauchförmiger Rüssel, welcher vor der Mundöffnung durch eine besondere Oeffnung hervortritt und in eine kräftige, von der Leibeshöhle getrennte Muskelscheide zurückziehbar ist. (Fig. 344.) Derselbe enthält im Grunde seines Hauptabschnittes bei zahlreichen Nemertinen (*Hoplonemertinen*) einen grösseren, nach vorne gerichteten Stachel und zu dessen Seiten in Nebentaschen mehrere kleine Nebenstacheln. Der dahinter gelegene drüsige Rüsselabschnitt, an welchen sich Retractoren befestigen, ist mit Claparède als Giftapparat aufzufassen. Beim Hervorstrecken des Rüssels rückt die am blindgeschlossenen Grunde angebrachte Stachelbewaffnung an die äusserste Spitze. Das Gehirn erlangt eine bedeutende Entwicklung, seine Hälften lassen mehrfache Abschnitte, gewöhnlich eine obere und untere Ganglienmasse, nachweisen und sind durch eine Quercommissur über dem Schlunde, zu der noch eine dorsale, den Rüssel umgreifende Commissur hinzukommt, verbunden. Die zwei unteren Ganglien setzen sich in die beiden seitlichen Nervenstämme fort, welche in einzelnen Fällen (*Oerstedtia*) an der Bauchseite zusammenrücken. Die Nervenstämme enthalten nicht nur Nervenfasern, sondern einen Belag von Ganglienzellen, welche sich an den Abgangsstellen von Nervenästen zu gangliösen Anschwellungen anhäufen können. Bei den Embryonen von *Prosorochmus Claparèdii* sollen die Nervenstämme mit einer Anschwellung enden. Am Kopftheil finden sich zwei

Fig. 344.



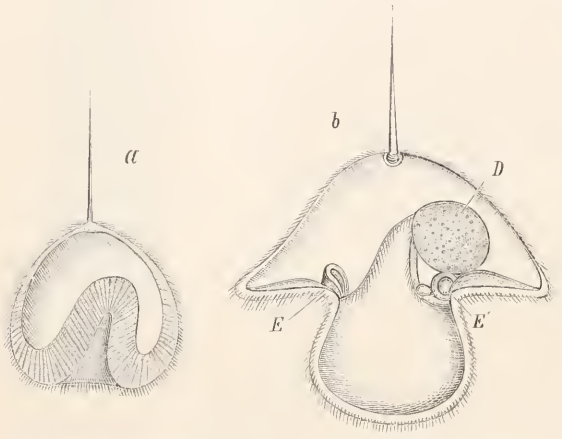
Tetrastemma obscurum, nach M. Schultze. Junges Exemplar von drei Linien Länge. *O* Mund, *D* Darm, *A* After, *By* Blutgefässe, *R* Rüssel mit Stilet, *Ex* seitliche Stämme des Wassergefässsystems, *P* Poren derselben, *G* Seitenorgan, *Nc* Nervencentrum, *Ss* seitliche Nervenstämme, *Oc* Augen.

act. Edinb. Royal Soc., Tom. XXV, 1 und 2. Barrois, Mémoire sur l'Embryologie des Némertes. Paris, 1877. Hubrecht, The genera of Europ. Nemerteans etc. Notes from the Leyden Museum, vol. I, 1879. Derselbe, Zur Anatomie und Physiologie der Nemertinen. Amsterdam, 1880. R. Dewoletzky, Das Seitenorgan der Nemertinen. Arbeiten aus dem zool. Institute. Wien, Tom. VII, 1888.

stärker bewimperte, als Kopfspalten bezeichnete Einsenkungen, welche in besondere, von Nerven des Gehirns versorgte, als Sinneswerkzeuge fungirende sogenannte *Seitenorgane* führen. Augen kommen sehr verbreitet vor, und zwar in der Regel als Pigmentflecken, zuweilen mit eingelagerten lichtbrechenden Körpern. Nur selten, wie bei *Oerstedtia pallida*, finden sich zwei Otolithenblasen am Gehirn.

Die Nemertinen besitzen innere Dissepimente, welche auf Metameren bezogen worden sind, sowie ein Blutgefässsystem. Dasselbe besteht aus zwei geschlängelten Seitengefässen, in denen das Blut von vorne nach hinten strömt, und aus einem gerade gestreckten Rückengefäss mit umgekehrt gerichtetem Blutstrom. Das letztere ist am hinteren Körperende und in der Gegend des Gehirns durch weite Schlingen und im Verlaufe durch zahlreiche engere Queranastomosen mit ersteren verbunden. Die Gefässe haben contractile Wandungen. Das Blut ist meist farblos, bei einigen Arten jedoch röthlich gefärbt. Bei *Amphiporus splendens*, *Borlasia* (*Amphiporus*) *splendida* ist sogar die rothe Farbe (Haemoglobin) an die ovalen scheibenförmigen Blutkörperchen gebunden.

Fig. 345.



Pilidium, nach E. Metschnikoff. *a* Freischwimmende Jugendform mit Einstülpung (Darmanlage), *b* älteres Stadium von Fechterhutform, *E*, *E'* die beiden Paare von Hauteinstülpungen, *D* Darm.

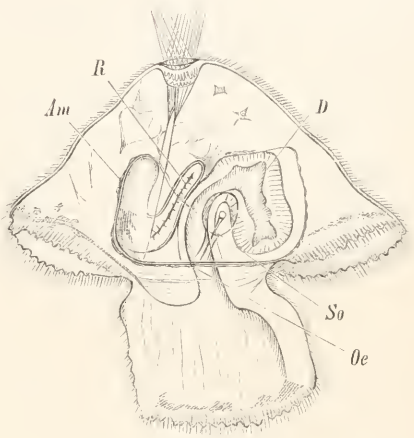
Die Schnurwürmer sind, von wenigen Ausnahmen abgesehen (*Borlasia hermaphroditica*), getrennten Geschlechts. Beiderlei Geschlechtsorgane besitzen den gleichen Bau und erweisen sich als mit Eiern oder Samenfäden gefüllte Schläuche, welche in den Seitentheilen des Körpers zwischen den Taschen des Darmes liegen und durch paarige Oeffnungen der Körperwand nach aussen münden. Die ausgetretenen Eier bleiben häufig durch eine schleimige Gallerte verbunden und werden dann in unregelmässigen Massen oder als Eierschnüre abgesetzt, aus deren Mitte das Thier ähnlich wie der Blutegel aus dem Cocon hervorgekrochen ist. Einige Formen wie *Prosorochmus Claparèdii* und *Tetrastemma obscurum* sind lebendig gebärend.

Die Entwicklung ist bei den Eier legenden *Schizonemertinen* eine Metamorphose, bald mit bewimperten Larven, unter deren Hülle das spätere Thier direct seinen Ursprung nimmt (Desor's Larve), bald mit helmförmigen Larvenzuständen, welche früher als *Pilidium* beschrieben wurden. Im letzteren Falle entsteht nach Ablauf der totalen Furchung ein kugeliger bewimperter Embryo, welcher die Dotterhaut durchbricht, als freischwimmende Larve durch Ein-

stülpung die Darmanlage bildet und am gegenüberliegenden Vorderende eine lange Wimpergeissel gewinnt. (Fig. 345 *a*.) Zu den Seiten des Mundes wächst je ein breiter Lappen hervor, welcher von einer starken Wimperschnur umsäumt wird. (Fig. 345 *b*.) Die Anlage des Nemertinenleibes erfolgt vermittelst zweier vom Ectoderm aus eingestülpter Scheibenpaare, welche durch Verwachsung einen kahnförmigen, den Darmapparat aufnehmenden Keimstreifen herstellen. Derselbe entspricht dem Kopf und Bauch der späteren Nemertine, während der Rücken erst später entsteht und der Rüssel als Einstülpung am Vorderende des Keimstreifens gebildet wird. (Fig. 346.) Später durchbricht die junge Nemertine die Reste des Larvenleibes. Die *Hoplonemertinen* entwickeln sich direct.

Die Nemertinen leben vorzugsweise im Meere unter Steinen im Schlamm, die kleineren Arten aber schwimmen frei umher. Auch gibt es landbewohnende, sowie pelagisch lebende Formen. Einzelne Arten bauen Röhren und Gänge, die mit einem schleimigen Absonderungsproduct ausgekleidet werden. Die Nahrung besteht bei den grösseren Arten vornehmlich aus Röhrenwürmern, die sie aus ihren Gehäusen mittelst des Rüssels hervorziehen. Indessen gibt es auch parasitische Nemertinen, welche wie die Hirudineen mit einem hinteren Saugnapf bewaffnet sind (*Malacobdella*). Die Schnurwürmer zeichnen sich durch eine grosse Reproductionsfähigkeit aus. Theilstücke, in welche einzelne Arten leicht zerbrechen, sollen sich unter günstigen Umständen zu neuen Thieren entwickeln können.

Fig. 346.



Aelteres *Pilidium* mit Wimperschopf und angelegtem Wurmkörper, nach Bütschli. *Oe* Oesophagus, *D* Darm, *Am* Amnionhülle, *R* Rüsselanlage der Nemertine, *So* Seitenorgan.

1. Unterordnung. *Palaeonemertini* (*Anopla* e. p.). Rüssel ohne Bewaffnung. Die Kopfspalten beschränken sich auf die kurzen trichterförmigen Eingänge in die Seitenorgane. Letztere erscheinen im Zusammenhange mit dem Gehirn. Die Muskulatur besteht aus einer Ringfaser- und innerer Längsfaserschichte. Die Nervenstämme verlaufen ausserhalb der Ringmuskelschichte. Mund hinter dem Kopfganglion.

Fam. *Carinellidae*. *Carinella* Johnst. Körper sehr lang gestreckt, vom Kopfe ab nach hinten allmälig verjüngt. Kopfende gerundet. *C. annulata* Mtg., Küste von England, Frankreich, Mittelmeer, Adria. *Polia* Delle Ch., *P. delineata*, Mittelmeer.

2. Unterordnung. *Schizonemertini* (*Anopla* e. p.). Der Rüssel entbehrt der Bewaffnung. Die Kopfspalten nehmen die ganze Seite des Kopfes ein. Die Seitenorgane erscheinen als unmittelbare Fortsätze des Gehirns. Die Muskulatur besteht ausser der Ringfaser- und inneren Längsfaserschichte noch aus einer äusseren Längsfaserlage, unterhalb welcher die Nervenstämme verlaufen. Mund hinter dem Kopfganglion.

Fam. *Lineidae*. Ganglion verlängert. Körper mehr oder minder abgeplattet. *Lineus marinus* Mont., *L. longissimus* Sim. (*Sea-long-worm* des Borlase, *Borlasia anglica* Oerst.,

Nemertes Borlasii Cuv.), wird 15 Fuss und mehr lang. Englische Küste. *Cerebratulus marginatus* = *Meckelia somatotomus* F. S. Lkt., Adria und Mittelmeer. *Micrura fasciolata* Ehrbg., nordische Meere bis zur Adria.

3. Unterordnung. *Hoplonemertini* (*Enopla*). Rüssel mit Stileten bewaffnet. Die Kopfspalten sind kurz und trichterförmig. Die Seitenorgane stehen durch einen längeren Nerven mit dem Gehirn in Verbindung. Die Muskulatur besteht blos aus einer Ringfaser- und inneren Längsfaserschichte. Die äussere Längsfaserlage fehlt. Die Nervenstämme verlaufen innen von der inneren Längsfaserschichte. Mund vor dem Gehirnganglion gelegen.

Fam. *Amphiporidae*. Ganglien mehr gerundet. Körper kurz und breit. *Amphiporus lactiflorcus* Johnst. Lebt unter Steinen, von den nordischen Meeren bis zum Mittelmeer verbreitet, 3—4 Zoll lang. *Drepanophorus spectabilis* Quatr., *Tetrastemma obscurum* M. Sch. Lebendig gebärend, Ostsee. (Fig. 344.) *T. agricola* Will. Suhm, Landbewohner. *Prosorochmus Claparèdii* Kef. Ovovivipar. *Nemertes gracilis* Johnst.

Verwandt ist die Familie der *Cephalotrichidae*. Die Kopfspalten und Seitenorgane fehlen. Kopf nicht abgesetzt, sehr lang und zugespitzt. *Cephalothrix bioculata* Oerst., Sund.

II. Classe. Nemathelminthes, Rundwürmer.

Würmer von drehrunder, schlauch- oder fadenförmiger Körpergestalt, mit Papillen oder mit Hakenbewaffnung am vorderen Pole, getrennten Geschlechtes.

Der ungegliederte Leib ist drehrund, mehr oder minder langgestreckt, schlauchförmig bis fadenförmig und in der Regel an beiden Enden verjüngt. Stets fehlen Extremitätenstummel und mit seltenen Ausnahmen bewegliche Borsten, dagegen kommen nicht selten besondere Waffen und Haftorgane als Zähne und Haken an dem vorderen Körperende vor, wie auch in einzelnen Fällen am Bauche kleine Sauggruben zur Befestigung bei der Begattung auftreten können. In der Regel besitzt die Haut eine dicke Cuticula und einen vollkommen entwickelten Muskelschlauch, welcher nicht nur Biegungen und Krümmungen, sondern bei dünneren fadenförmigen Nematoden auch Schlängelungen des Leibes gestattet. Die vom Hautmuskelschlauch umschlossene Leibeshöhle enthält die Blutflüssigkeit und schliesst die Verdauungs- und Geschlechtsorgane ein. *Blutgefässe* und *Respirationsorgane* fehlen. Dagegen ist ein *Nervensystem* überall vorhanden. Von *Sinnesorganen* kommen bei freilebenden Formen nicht selten einfache Augen vor. Zum Tasten dient vielleicht überall vornehmlich das vordere Körperende, zumal wenn sich Papillen und lippenartige Erhebungen oder Borsten an demselben finden. Während bei den *Acanthocephalen* Mund und Darm vollständig fehlen, besitzen die *Nematoden* einen Darmcanal, welcher meist in der Nähe des hinteren Körperendes auf der Bauchseite ausmündet. Die *Excretionsorgane* treten in verschiedener Form auf, bei den *Nematoden* als paarige, durch gemeinsamen Porus ausmündende Canäle, welche in die sogenannten *Seitenfelder* oder *Seitenlinien* fallen, bei den *Acanthocephalen* als sich verzweigende subcuticulare Canäle. Von seltenen Ausnahmen abgesehen, sind die Nemathelminthen getrennten Geschlechts und entwickeln sich direct oder mittelst Metamorphose. Larven und Geschlechtsthiere sind nicht selten auf zwei verschiedene Träger vertheilt.

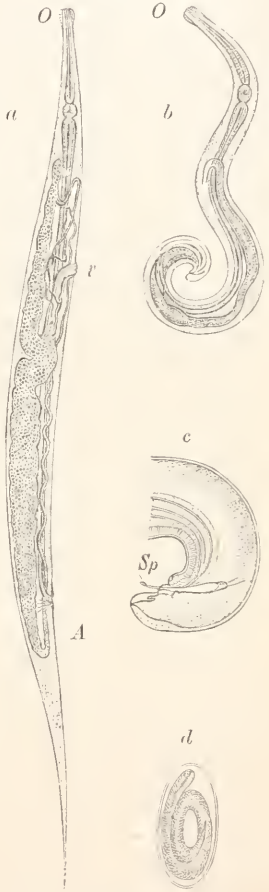
Der grössten Mehrzahl nach sind die Rundwürmer Parasiten, entweder zeitlebens oder in verschiedenen Altersstadien, indessen kommen auch freilebende Formen vor, welche oft zu parasitischen Rundwürmern die nächste Verwandtschaft zeigen und phylogenetisch als die ursprünglicheren Typen zu betrachten sein dürften.

1. Ordnung. **Nematodes** [1]**, Nematoden, Fadenwürmer.**

Rundwürmer mit Mund und Darmcanal, vorwiegend Parasiten im Leibe höherer Thiere.

Die Nematoden besitzen einen sehr gestreckten fadenförmigen Leib, dessen Bewaffnung durch Papillen am vorderen Körperpole in der Umgebung des Mundes und durch Spitzen und Haken innerhalb der Mundhöhle gebildet sein kann. Die Mundöffnung führt in eine enge Speiseröhre, welche in der Regel aus einer dreikantigen, von dicker Muskellage bekleideten Chitinröhre besteht und häufig zu einem muskulösen Bulbus (Pharynx) anschwillt. In einzelnen Gattungen (*Rhabditis*, *Oxyuris*) bildet die Chitinröhre des Pharynx leistenartige Vorsprünge, sogenannte Zähne, nach denen hin die Radiärmuskeln in Form kegelförmiger Bündel convergiren. Seiner Function nach ist der Oesophagus im Wesentlichen ein Saugrohr, welches durch geringe, von vorn nach hinten fortschreitende Erweiterungen Flüssigkeiten einpumpt und in den Darm leitet. Es folgt dann ein mit zelligen Wandungen versehenes muskelloses Darmrohr mit der nicht weit vom hinteren Körperende an der Bauchfläche mündenden Afteröffnung. (Fig. 347.) Dagegen finden sich am

Fig. 347.



Oxyuris vermicularis, nach R. Leuckart. *a* Weibchen. *O* Mund, *A* After, *V* Genitalöffnung. — *b* Männchen mit gekrümmtem Hinterende. — *c* Letzteres vergrössert. *Sp* Spiculum. — *d* Ei mit eingeschlossenem Embryo.

[1]) Ausser den älteren Schriften von Rudolphi, Bremser, Cloquet, Dujardin, vergl. Diesing, Systema helminthum, 2 Bde. Wien, 1850/51. Derselbe, Revision der Nematoden. Wiener Sitzungsberichte, 1860. Claparède, De la formation et de la fécondation des oeufs chez les vers Nématodes. Génève, 1856. A. Schneider, Monographie der Nematoden. Berlin, 1866. R. Leuckart, Untersuchungen über Trichina spiralis. Leipzig und Heidelberg, 1866, 2. Auflage. Derselbe, Die menschlichen Parasiten etc., Tom. II. Leipzig und Heidelberg, 1876. C. Claus, Ueber Leptodera appendiculata. Marburg, 1868. O. Bütschli, Untersuchungen über die beiden Nematoden der Periplaneta orientalis. Zeitschr. für wiss. Zoologie, Tom. XXI, 1871. Derselbe, Beiträge zur Kenntniss des Nervensystems der Nematoden. Archiv für mikr. Anatomie, Tom. X. A. Goette, Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte der Würmer. Leipzig, 1882. H. R. Leuckart, Neue Beiträge zur Kenntniss des Baues und der Lebensgeschichte der Nematoden. Leipzig, 1887.

hinteren Darmstück besondere Muskelfasern der äusseren Seite der Wandung angelagert, welche diesem Theil die Fähigkeit der Contractilität verleihen. Auch treten häufig noch Muskelfasern von der Haut an die Wandung des Enddarmes heran. Bei einigen *Nematoden* kann der After fehlen (*Mermis*), bei *Gordius* der Mund und vordere Theil des Darmes eine Rückbildung erleiden. In anderen Fällen wird derselbe nach Oliteration des Lumens zu einem soliden Zellenstrang (*Mermis albicans*, *Attractonema*), der nur noch als Nahrung (Reservestoffe) sammelnder Apparat Bedeutung hat, oder während der ontogenetischen Entwicklung spurlos sammt Mund und After (*Allantonema mirabile*) schwindet. Die Nahrungsaufnahme erfolgt dann durch die Oberfläche des Leibes. Der sogenannte *Zellenkörper* von *Gordius* ist wahrscheinlich auf Wucherungen *peritonealer* Zellen zurückzuführen (Vejdovsky)[1].

Fig. 348.

Muskelzelle eines *Nematoden*.

Die derbe, oft quergeringelte und aus mehrfachen Schichten gebildete Cuticula liegt einer weichen feinkörnigen, Körner enthaltenden Subcuticularschicht (*Hypodermis*) auf, welche als die Matrix der ersteren anzusehen ist. Auf diese folgt nach innen der hochentwickelte Hautmuskelschlauch, welcher aus band- oder spindelförmigen Längsmuskeln besteht. Die Körperoberfläche kann zuweilen Sculpturen, z. B. polyedrische Felder und Längsrippen zeigen und Fortsätze in Gestalt von Höckerchen, Stacheln[2]) und Haaren besitzen. Häutungen, d. h. Abstreifungen der Cuticularschichten, scheinen ausschliesslich in der Jugend vorzukommen. Die auf je eine Zelle zurückführbaren Muskeln setzen sich häufig in blasige, oft mit Ausläufern versehene Anhänge fort, welche einen hellen, zuweilen körnig-faserigen Inhalt (Marksubstanz) besitzen und in die Leibeshöhle hineinragen. (Fig. 348.) Je nachdem die Zahl der nach bestimmten Gesetzen angeordneten Muskelzellen auf den Querschnitt eine nur geringe (8) oder eine beträchtliche ist, werden die Nematoden als *Meromyarier* oder *Polymyarier* bezeichnet. Bei den letzteren stehen die Muskelzellen häufig durch quere Ausläufer der Marksubstanz, welche sich über den sogenannten Medianlinien zu je einem Längsstrange vereinigen, im Zusammenhang.

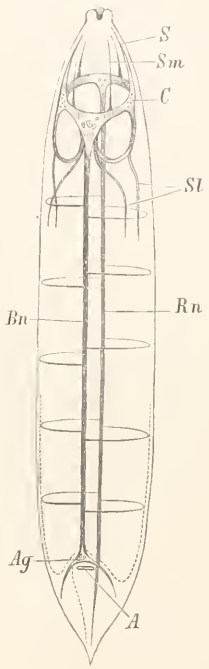
Fast überall bleiben zwei seitliche Längsstreifen von Muskeln frei, die sogenannten *Seitenlinien* oder *Seitenfelder*, welche den anliegenden Muskelfeldern an Breite gleichkommen können. Dieselben werden von einer feinkörnigen, mit Kernen durchsetzten Substanz gebildet und umschliessen ein helles, Körnchen enthaltendes Gefäss, welches sich mit dem Gefässe der entgegengesetzten Seite in der vorderen Körperpartie verbindet und in einer gemeinsamen Querspalte, dem *Gefässporus*, in der Medianlinie ventralwärts aus-

[1]) Zur Morphologie der Gordiiden. Zeitschr. für wiss. Zool. XLIII, 1886.

[2]) Dieselbe kann auch Erhabenheiten mancherlei Art, ja in einzelnen Fällen ein vollständiges Stachelkleid tragen (*Cheiracanthus* Dies. = *Gnathostoma* Ow., *Ch. hispidum* Fedtsch.).

mündet. Diese Seitenschläuche gelten nach Lage und Bau als dem Wassergefässsysteme homologe Excretionsorgane. Die Seitenlinien sind sammt den Seitenschläuchen bei *Gordius* und *Allantonema* geschwunden. Ausserdem unterscheidet man noch *Medianlinien* (*Rücken-* und *Bauchlinien*), accessorische Medianlinien (*Submedianlinien*), letztere zwischen Hauptmedianlinie und Seitenfeld. Auch die Medianlinien sind bei den erwähnten Gattungen ausgefallen. Doch findet sich bei *Gordius* ein mächtig entwickelter Bauchstrang, der der Lage nach der ventralen Medianlinie entspricht und die Bedeutung eines Nervenstranges haben soll. Hautdrüsen sind vornehmlich in der Nähe des Oesophagus und im Schwanze als einzellige Drüsenschläuche beobachtet.

Fig. 349.



Nervensystem der *Nematoden*, schematisch nach O. Bütschli. *C* Seitenganglion am Nervenring, *S* vordere Seitennerven, *Sm* Submediannerven, *Sl* Sublateralnerven, *Bn* Bauchnerv, *Rn* Rückennerv, *Ag* Analganglion, *A* After.

Das *Nervensystem* ist bei der Schwierigkeit der Untersuchung erst bei wenigen Formen ausreichend nachgewiesen. Dasselbe besteht aus einem Nervenring in der Umgebung des Oesophagus, welcher nach hinten zwei, nach vorne sechs Nervenstämme entsendet (*Ascaris megalocephala*). Jene verlaufen in der Rücken- und Bauchlinie (*N. dorsalis*, *ventralis*) bis zur Schwanzspitze, während von den sechs vorderen Nerven zwei in den Seitenlinien (*N. laterales*), vier in den Zwischenräumen zwischen Seiten- und Medianlinien (*N. submediani*) verlaufen und die Papillen im Umkreise des Mundes versorgen. Die Ganglienzellen liegen theils neben, vor und hinter dem Nervenringe, theils an den Fasersträngen selbst und sind zu Gruppen vereinigt, welche als ventrales und dorsales Ganglion und als Seitenganglien bezeichnet werden können. Dazu kommen noch Gruppen von Ganglienzellen sowohl in der Medianlinie, als in den Seitenlinien der Schwanzgegend. Diese im Vergleiche zu den Plattwürmern auffallend abweichende Gestaltung des Nervensystems lässt sich durch die mediane Vereinigung der beiden ventralen Seitenstämme zur Herstellung des Bauchnerven und die Verschmelzung der beiden Rückennerven zum dorsalen Mediannerven erklären. (Fig. 349.)

Als *Sinnesorgane* sind die bei freilebenden Nematoden vorkommenden *Augen*, sowie die vornehmlich in der Nähe des Mundes auftretenden Tastpapillen und Tasthaare hervorzuheben. Die Papillen werden je von nur einer Nervenfaser versorgt, welche kolbig anschwillt und die von der Cuticula überkleidete Axe der Papille bildet.

Die Nematoden sind getrennten Geschlechts mit Ausnahme des hermaphroditischen *Pelodytes* und des zuerst Samenkörper, später Eier erzeugenden *Rhabdonema nigrovenosum*, sowie des *Rhabdonema strongyloides* und *Allantonema*

mirabile, welches sich in Hylobius pini unter Verlust des Darmes zu einem nierenförmigen Körper rückbildet. Für die Männchen erscheint die geringere Körpergrösse, sowie das meist gekrümmte hintere Körperende charakteristisch. Beiderlei Geschlechtsorgane werden durch einfache oder paarige, oft vielfach geschlängelte Röhren gebildet, welche in ihrem oberen Abschnitte die Sexualstoffe erzeugen, in ihrem unteren Theile die Leitungswege und Behälter der Zeugungsstoffe darstellen. Die meist paarigen Ovarialröhren, in deren äusserstem Ende die Eikeime entstehen, um weiter abwärts in der Peripherie eines centralen Dotterstranges (*Rhachis*) gelagert, sich zu vergrössern, sitzen einer kurzen Vagina auf, welche ventral in der Körpermitte, selten dem hinteren Körperende genähert ausmündet. Der männliche Geschlechtsapparat mit seinen hutförmigen Samenkörpern stellt sich fast allgemein als ein unpaarer Schlauch dar und mündet auf der Bauchseite nahe dem hinteren Körperende mit dem Darm gemeinsam aus. Häufig enthält der gemeinsame Kloakenabschnitt in einer taschenförmigen Ausbuchtung zwei spitze Chitinstäbe, sogenannte *Spicula*, welche durch einen besonderen Muskelapparat vorgestülpt und wieder zurückgezogen werden und zur Befestigung des Männchens am weiblichen Körper während der Begattung dienen. Oft (*Strongyliden*) kommt noch eine schirmförmige Bursa hinzu, oder es ist der Endtheil der Kloake in Form eines Begattungsgliedes vorstülpbar (*Trichina*). Dann liegt die Kloakenöffnung beinahe am äussersten Ende (*Acrophalli*), aber doch noch ventral. Fast überall sind in der Nähe des hinteren Köperendes beim Männchen Papillen vorhanden, deren Zahl und Anordnung wichtige Artcharaktere liefert.

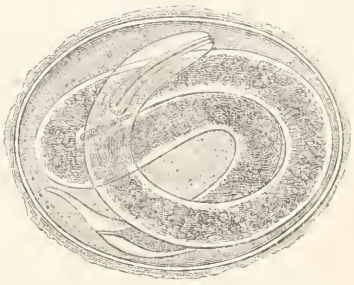
Die Nematoden legen grossentheils Eier ab, nur in seltenen Fällen gebären sie lebendige Junge. Die Eier besitzen meist eine harte Schale und können in verschiedenen Stadien der Embryonalbildung oder vor Beginn derselben vom Mutterthiere abgesetzt werden. Bei lebendig gebärenden Nematoden verlieren die Eier ihre in diesem Falle zarte Hülle schon im Fruchtbehälter des mütterlichen Körpers (*Trichina*, *Filaria*). Die Befruchtung erfolgt durch den Eintritt eines Samenkörpers in den noch hüllenlosen Eidotter. Die Furchung ist eine aequale und führt zur Entstehung einer Art Invaginationsgastrula. Aus den beiden Zellschichten gehen Körperwand und Darmcanal hervor. Das mittlere Keimblatt wird durch zwei symmetrisch am hinteren Mundrande gelagerte Zellen angelegt, welche zwei Mesodermstreifen liefern, in denen je eine durch ihre Grösse hervorragende Zelle die Genitalanlage bildet. Anstatt der ursprünglich plumpen Form gewinnt der Embryo allmälig eine langgestreckt-cylindrische Gestalt und liegt nun in mehreren Windungen in der Eischale eingerollt. Auch der Gefässporus nebst Seitenorganen, sowie der Nervenring sind an dem mit Mund und After versehenen Embryo vorhanden. Die freie Entwicklung ist eine Metamorphose, die meist dadurch complicirt wird, dass sie nicht an dem Wohnorte des Mutterthieres zum Ablauf kommt. Die Jugendzustände der meisten Nematoden haben einen andern Aufenthaltsort als die Geschlechtsthiere, indem verschiedene Organe desselben Thieres (Muskeln, Darm, *Trichina*)

oder auch verschiedener Thiere die jugendlichen und die geschlechtsreifen Nematoden enthalten. Erstere leben meist in parenchymatösen Organen frei oder in einer Bindegewebskapsel encystirt, letztere dagegen vornehmlich im Darmcanal. Indessen können die ersteren auch frei im schlammigen Wasser oder in der Erde ihren Aufenthaltsort haben.

Fast durchwegs besitzen die Embryonen eine durch die besondere Form des Mund- und Schwanzendes bezeichnete Gestalt, zuweilen aber auch einen Bohrzahn oder einen Kranz von Stacheln (*Gordius*). Früher oder später streifen sie ihre Haut ab und treten dann in ein zweites Stadium ein, das ebenfalls oft noch als eine Larvenform aufgefasst werden kann, zumal noch eine mehrmalige Häutung dem Eintritt der Geschlechtsreife vorausgeht.

Die postembryonale Entwicklung der *Nematoden* bietet zahlreiche Modificationen. Im einfachsten Falle geschieht die Uebertragung der noch von den Eihüllen umschlossenen Embryonen passiv durch die Nahrung (*Oxyuris vermicularis* und *Trichocephalus*). Bei manchen *Ascariden* gelangen — nach dem Katzenspulwurme zu schliessen — die mit einem Bohrzahn versehenen Embryonen zuvor in einen Zwischenträger (R. Leuckart) und werden durch diesen mit dem Trinkwasser und der Nahrung in den Darm importirt; nach Grassi soll jedoch der menschliche Spulwurm ohne Zwischenträger einwandern.

Fig. 350.



Sclerostomum tetracanthum, eingekapselt, nach R. Leuckart.

In anderen Fällen encystiren die Jugendformen in dem Zwischenträger und werden, von der Cyste umschlossen, in den Magen und Darm des definitiven Trägers übergeführt. (Fig. 350.) Beispielsweise encystiren die mit der Nahrung noch innerhalb der Eihüllen von den Mehlwürmern aufgenommenen Embryonen von *Spiroptera obtusa* der Hausmaus im Leibesraum der Zwischenträger. Bei der viviparen *Trichina spiralis* liegt insofern eine Modification dieses Entwicklungsmodus vor, als die Wanderung der Embryonen und die Ausbildung derselben zu den encystirten Muskeltrichinen in demselben Thiere erfolgt, welches die geschlechtsreifen Darmtrichinen enthält.

Nicht selten schreitet die Entwicklung der eingewanderten Nematodenlarven im Zwischenträger bedeutend vor; so z. B. beim Kappenwurm, *Cucullanus elegans*, dessen Embryonen in Cyclopiden einwandern, dann in der Leibeshöhle dieser kleinen Krebse eine zweimalige Häutung unter wesentlicher Formveränderung erfahren und schon die charakteristische Mundkapsel des geschlechtsreifen Zustandes gewinnen, zu welchem sie sich erst im Darm des Barsches ausbilden. Eine ähnliche Entwicklungsweise kommt nach Fedtschenko[1]) bei *Filaria medinensis* vor. Die in Pfützen gelangten Embryonen

[1]) Vergl. Fedtschenko, Ueber den Bau und Entwicklung der Filaria medinensis, in den Berichten der Freunde der Naturwissenschaften in Moskau, Tom. VIII und X.

wandern in die Leibeshöhle der Cyclopiden und nehmen nach Abstreifung ihrer Haut eine Form an, die bis auf den Mangel des Mundnapfes den *Cucullanus*-larven gleicht. Nach Verlauf von zwei Wochen tritt eine Häutung ein, mit welcher der Verlust des langen Schwanzes verbunden ist. Ob die Einwanderung der Filarienlarve mit dem Leibe der Cyclopiden oder selbstständig erfolgt, nachdem die Begattung im Freien stattgefunden, ist bislang nicht festgestellt; wahrscheinlich trifft das letztere zu, indem sie mit dem Trinkwasser aufgenommen werden.

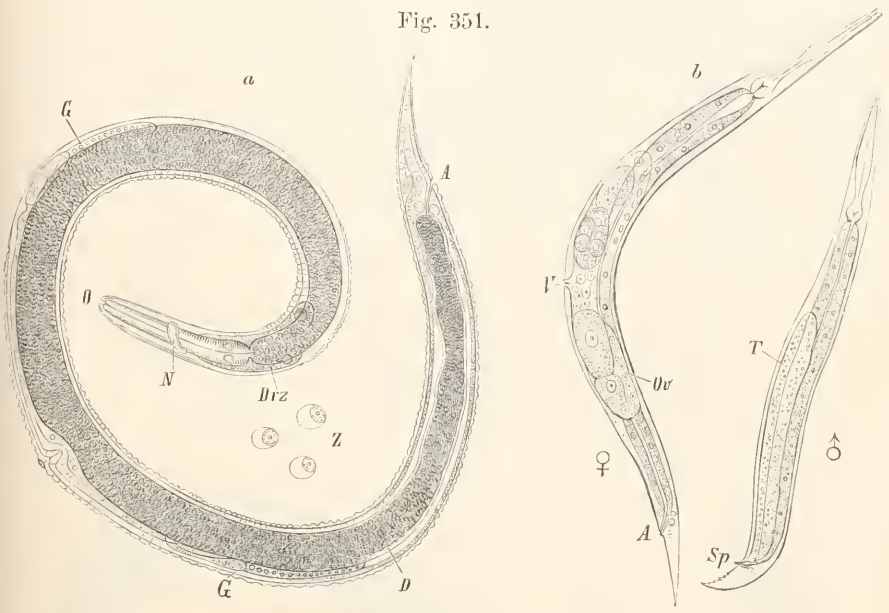
Die Embryonen einiger Nematoden entwickeln sich in feuchter schlammiger Erde nach Abstreifung der Haut zu kleinen sogenannten *Rhabditiden* mit doppelter Anschwellung des Oesophagus und mit dreizähniger Pharyngealbewaffnung, ernähren sich an diesem Aufenthaltsorte selbstständig, wachsen und erhalten nach Abstreifung der Haut eine andere Gestaltung. Schliesslich wandern dieselben zu parasitischem Leben in den bleibenden Wohnort ein, wo sie noch mehrere Häutungen und Formveränderungen bis zur Geschlechtsreife erfahren. Diese Entwicklungsweise gilt z. B. für den im Darme des Hundes vorkommenden *Dochmius trigonocephalus,* sowie für den nahe verwandten *D.* (*Ancylostomum*) *duodenalis* des Menschen und für die *Sclerostomen* der Hausthiere.

Es können jedoch auch die Nachkommen parasitischer Nematoden als freie Rhabditiden in feuchter Erde geschlechtsreif werden und eine besondere Generation von Formen darstellen, deren Nachkommen wieder einwandern und zu Parasiten werden. Dann wird die Fortpflanzung eine Heterogonie wie bei *Rhabdonema nigrovenosum.* Diese etwa $^1/_2$ bis $^3/_4$ Zoll langen Lungenparasiten der Batrachier sind sämmtlich weiblichen Baues, enthalten aber Samenkörper, die in ihren eigenen Genitalröhren früher als die Eier (ähnlich wie bei viviparen *Pelodytes*) erzeugt werden, und sind lebendig gebärend. Die Brut durchsetzt den Darm der Träger und häuft sich in deren Mastdarm an, gelangt aber schliesslich mit dem Kothe in feuchte Erde oder in schlammiges Wasser und bildet sich in kurzer Zeit zu der kaum 1 Mm. langen, getrennt geschlechtlichen Rhabditis-Generation aus. (Fig. 351 *a* und *b*.) In den befruchteten Weibchen dieser letzteren entwickeln sich nur zwei bis vier Embryonen, die im Innern des mütterlichen Körpers frei werden, in die Leibeshöhle desselben eindringen und von den zu einem körnigen Detritus zerfallenden Körpertheilen der Mutter sich ernähren. Schliesslich wandern dieselben als schlanke, schon ziemlich grosse Rundwürmchen durch die Mundhöhle und Stimmritze in die Lunge der Batrachier ein. Ein ähnlicher Wechsel mit freilebenden Rhabditis-Generationen ist für das im Darm des Menschen lebende *Rhabdonema strongyloides* (*Anguillula stercoralis*), sowie den hermaphroditischen Parasiten des Fichtenkäfers (*Allantonema mirabile*) nachgewiesen worden. Auch die in der rothen Nacktschnecke (*Arion empiricorum*) lebende *Leptodera appendiculata* zeigt in ihrer Entwicklung einen ähnlichen Wechsel heteromorpher Generationen, der freilich insofern nicht streng alternirend ist, als zahlreiche Rhabditiden-Generationen auf ein-

ander folgen können. Auch darin verhält sich *Leptodera* eigenthümlich, dass die parasitische Form in der Schnecke mundlos bleibt und sich als eine durch den Besitz von zwei langen bandförmigen Schwanzanhängen charakterisirte Larve darstellt, welche erst nach der Auswanderung in feuchte Erde, nach Abstreifung der Haut und Verlust der Schwanzbänder rasch zur Geschlechtsreife gelangt.

Die Nematoden ernähren sich von organischen Säften, einige auch von Blut und vermögen dann mit ihrer Mundbewaffnung Wunden zu schlagen und Gewebe zu zernagen. Sie bewegen sich unter lebhaft schlängelnden Krümmungen nach der Bauch- und Rückenfläche, die somit als die Seitenflächen des sich bewegenden Körpers erscheinen. Ihrer Mehrzahl nach sind die Nematoden Para-

Fig. 351.

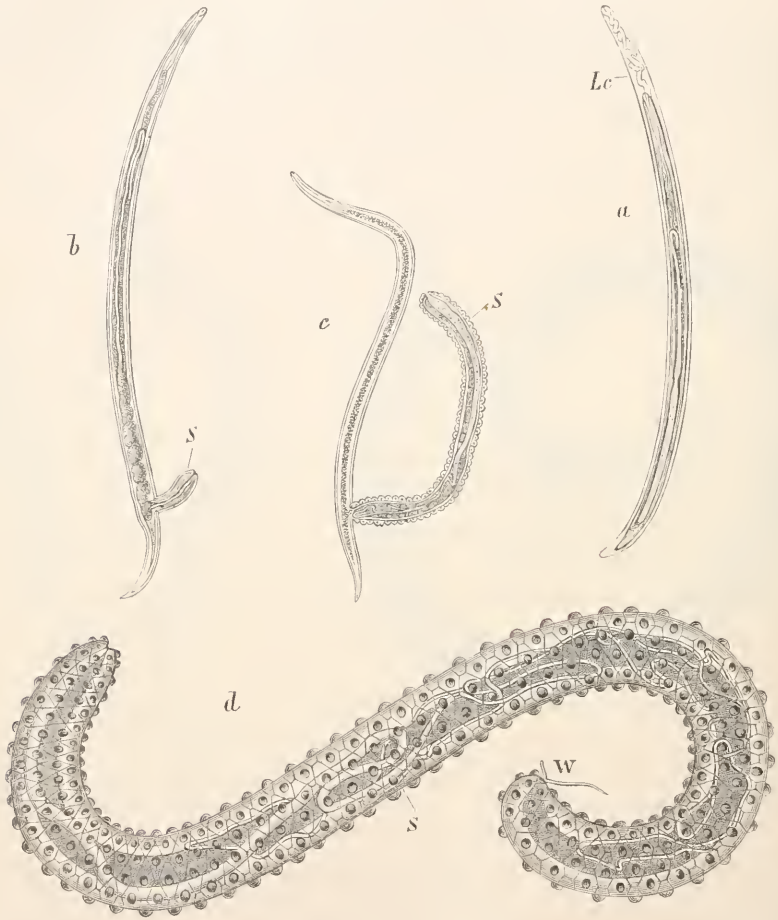


a Rhabdonema nigrovenosum von circa 3·5 Mm. Länge im Stadium der männlichen Reife. *G* Genitaldrüsen, *O* Mund, *D* Darm, *A* After, *N* Nervenring, *Drz* Drüsenzellen, *Z* isolirte Zoospermien. — *b* Männliche und weibliche *Rhabditis*-Formen derselben von circa 1·5 bis 2 Mm. Länge. *Ov* Ovarium, *V* weibliche Genitalöffnung, *T* Hoden, *Sp* Spicula.

siten, die freilich auch in jugendlichen Stadien (*Strongyloideen*) oder in bestimmten Generationen (Rhabditis-Generation der *Rhabdonema*-Arten) frei leben. Zahlreiche kleine Nematoden treten jedoch überhaupt nicht als Parasiten auf, sondern bevölkern als freilebende Bewohner das süsse und salzige Wasser und den Erdboden. Andere, diesen verwandte Nematoden schmarotzen in Pflanzen, z. B. *Anguillula tritici, dipsaci* u. a. und vermögen auch gallenähnliche Deformitäten zu erzeugen (*Tylenchus*), andere leben in faulenden vegetabilischen Substanzen, z. B. das Essigälchen in gährendem Essig und Kleister. Auch kann die Auswanderung des Parasiten nothwendige Bedingung zum Eintritt der Geschlechtsreife sein, die erst bei freiem Aufenthalt in feuchter Erde (*Mermis*) oder im Wasser (*Gordius*) erfolgt und zur Begattung beider Geschlechter führt.

Wiederum abweichend sind die erst in jüngster Zeit bekannt gewordenen Fälle kleiner Nematoden, deren Weibchen es ausschliesslich sind, welche nach der Begattung in Insecten einwandern und durch die günstigen Ernährungsbedingungen als Parasiten nicht nur eine ansehnliche Grössenzunahme, sondern eigenthümliche, für die Brutproduction günstige Umgestaltungen der Organisation und Körperform erfahren. Bei *Attractonema gibbosum* und dem merk-

Fig. 352.



a Männliche *Sphaerularia* in der Larvenhaut (*Lc*). *b* Weibchen mit halbausgestülpter Scheide (*S*). *c* Dasselbe mit schlauchförmig ausgewachsener Scheide. *d* Ausgebildeter Schlauch der Scheide mit aufgenommenem Ovarium, Oviduct, Uterus und anhängendem Wurmkörper (*W*), nach R. Leuckart.

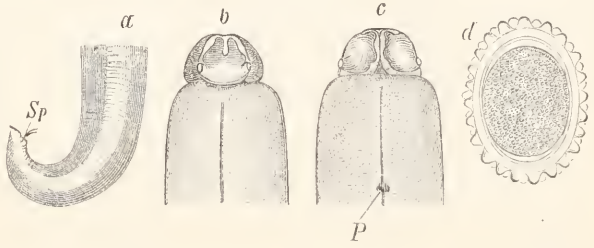
würdigen Schmarotzer der Hummel *Sphaerularia bombi* wandern die Weibchen, nach der im Freien erfolgten Begattung, jene in die Larven der Cecidomyia pini, diese in die überwinternden Hummelweibchen ein, bilden den Darm zu einem Zellenstrang, respective Fettkörper zurück und bringen die Vagina zur Vorstülpung, welche den Uterus nebst Eiern, Ovarium und Darm in sich aufnimmt, während der Leib des Thieres als kleiner Anhang zusammenschrumpft. (Fig. 352.) Die Eier bringen schon im Körper des Trägers die Embryonen

zur Entwicklung, welche sich als Larven weiter entwickeln, schliesslich ins Freie gelangen und hier entweder nach wenigen Tagen (*Attractonema*) oder erst nach Monaten zu Geschlechtsthieren werden. Merkwürdig ist die Fähigkeit kleiner Nematoden, der Austrocknung lange zu widerstehen und nach der Befeuchtung wieder aufzuleben.

Fam. *Ascaridae*. Körper ziemlich gedrungen, mit drei papillentragenden Mundlippen, von denen die eine der Rückenfläche zugekehrt ist, während die beiden anderen in der Ventrallinie zusammenstossen. Hinterleibsende des Männchens ventral gekrümmt, meist mit zwei hornigen Spicula.

Ascaris L. Polymyarier mit drei starken Mundlippen, deren Rand bei den grösseren Arten gezähnelt ist. Pharynx nicht als Bulbus abgesetzt. Schwanzende meist kurz und kegelförmig, im männlichen Geschlecht stets mit zwei Spicula. (Fig. 353.) *A. lumbricoides* Cloquet, der menschliche Spulwurm, 1 bis $1^1/_3$ Fuss lang, in einer kleineren Varietät (*A. suilla* Duj.) im Schwein. Die Eier gelangen in das Wasser oder in feuchte Erde und verweilen hier eine Reihe von Monaten bis zum Ablauf der Embryonalentwicklung, werden aber vielleicht erst mittelst Zwischenträgers, nach Versuchen von Grassi jedoch direct in den Darm des späteren Wirthes übergeführt. *A. megalocephala* Cloquet, im Pferd und Rind; *A. mystax* Zed., in Katze und Hund, gelegentlich Parasit des Menschen.

Fig. 353.



Ascaris lumbricoides, nach R. Leuckart. *a* Hinterende eines Männchens mit den beiden Spicula (*Sp*). *b* Vorderende von der Rückenseite mit der dorsalen, zwei Papillen tragenden Mundlippe. *c* Dasselbe von der Bauchseite mit den beiden seitlichen ventralen Mundlippen und dem Excretionsporus (*P*). *d* Ei mit der äusseren, aus hellen Kügelchen gebildeten Hülle.

Oxyuris Rud. Meromyarier mit meist drei Mundlippen, welche kleine Papillen tragen. Das hintere Ende der Speiseröhre zu einem kugeligen Bulbus mit Zahnapparat erweitert. Hinterleibsende des Weibchens pfriemenförmig verlängert, des Männchens mit nur zwei praeanalen und wenigen postanalen Papillen und mit einfachem Spiculum. (Fig. 347.) *O. vermicularis* L., der Pfriemenschwanz oder Madenwurm, im Dickdarm des Menschen, über alle Länder verbreitet. Weibchen circa 10 Mm. lang. *O. curvula* Rud., im Blinddarm des Pferdes.

Fam. *Strongylidae*. Die männliche Geschlechtsöffnung liegt am Hinterleibsende im Grunde einer schirm- oder glockenförmigen Bursa, deren Rand eine wechselnde Zahl von Papillen am Ende rippenartig ausgespannter Muskelfäden trägt.

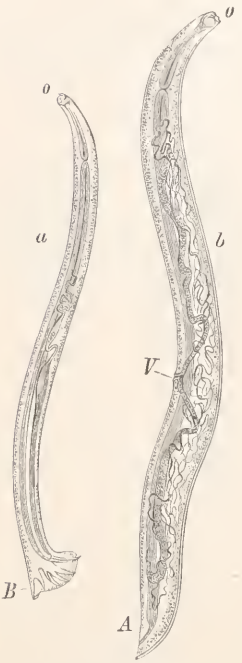
Eustrongylus Dies. Mit sechs vorspringenden Mundpapillen, sowie mit einer Papillenreihe an jeder Seitenlinie. Bursa glockenförmig, ungerippt und vollständig geschlossen, mit gleichmässiger Muskelwandung und zahlreichen Randpapillen. Nur ein Spiculum vorhanden. Weibliche Geschlechtsöffnung weit vorne. Die Larven leben eingekapselt in Fischen (*Filaria cystica* aus Symbranchus). *E. gigas* Rud., Palissadenwurm. Körper des Weibchens 3 Fuss lang und nur 12 Mm. dick. Lebt vereinzelt im Nierenbecken von Robben und Fischottern, sehr selten im Menschen.

Strongylus. Rud. Mit sechs Mundpapillen und kleinem Mund. Zwei konische Halspapillen auf den Seitenlinien. Das hintere Körperende des Männchens mit schirmförmiger, unvollständig geschlossener Bursa. Zwei gleiche Spicula meist noch mit unpaarem Stützorgan. Die weibliche Geschlechtsöffnung zuweilen dem hinteren Leibesende genähert. Leben grossentheils in der Lunge und den Bronchien. *St. longevaginatus* Dies Körper

26 Mm. lang, bei 5—7 Mm. Dicke. Die weibliche Geschlechtsöffnung liegt unmittelbar vor dem After und führt in eine einfache Eiröhre. Nur ein einziges Mal in der Lunge eines sechsjährigen Knaben in Klausenburg gefunden. *St. paradoxus* Mehlis, in den Bronchien des Schweines. *St. filaria* Rud., in den Bronchien des Schafes. *St. commutatus* Dies., in Trachea und Bronchien des Hasen und Kaninchens. *St. auricularis* Rud., im Dünndarm der Batrachier.

Dochmius Duj. Mit weitem Munde und horniger, am Rande kräftig bezahnter Mundkapsel. Im Grunde der Mundkapsel erheben sich zwei bauchständige Zähne, während an der Rückenwand eine kegelförmige Spitze schief nach vorne emporragt. *D. duodenalis* Dub. (*Ancylostomum duodenale* Dub.), 10—18 Mm. lang, im Dünndarm des Menschen, in Italien entdeckt, in den Nilländern (Bilharz und Griesinger) massenhaft verbreitet. (Fig. 354.) Beisst mit Hilfe der starken Mundbewaffnung Wunden in die Darmhaut und saugt Blut aus den Darmgefässen. Die häufigen, von diesen Dochmien erzeugten Blutungen sind die Ursache der unter dem Namen der ägyptischen Chlorose bekannten Krankheit. Neuerdings ist das Vorkommen dieses Wurmes in Brasilien, sowie die mit *D. trigonocephalus* analoge Entwicklungsweise in Pfützen (Wucherer) festgestellt. *D. trigonocephalus* Rud., Hund. *Sclerostomum* Rud. Mit den Charakteren von *Dochmius*, aber mit abweichender Mundkapsel, in welche zwei lange Drüsenschläuche einmünden. *Sc. equinum* Duj. = *armatum* Dies. Im Darm und in den Gekrösarterien des Pferdes. Wie Bollinger[1]) nachgewiesen hat, leiten sich die Erscheinungen der Kolik bei Pferden von embolischen Vorgängen ab, die von Thromben der Darmarterien-Aneurysmen ausgehen. Jedes Aneurysma enthält etwa neun Würmer. *Se. tetracanthum* Mehlis, ebenfalls im Darme des Pferdes. Die Jugendformen kapseln sich nach der Einwanderung in den Darm in der Wandung des Dickdarmes und Coecums ein (Fig. 350), verwandeln sich in der Cyste in die definitive Form und durchbrechen dieselbe wieder, um in den Darm zurück zu gelangen. *Cucullanus elegans* Zed., Kappenwurm im Barsch.

Fig. 354.



Dochmius duodenalis, nach R. Leuckart. *a* Männchen. *O* Mund, *B* Bursa. — *b* Weibchen. *O* Mund, *A* After, *V* Vulva.

Fam. *Trichotrachelidae*. Mit halsartig dünnem und langem Vorderkörper. Mundöffnung klein, papillenlos. Speiseröhre sehr lang, in einem eigenthümlichen Zellstrang verlaufend.

Trichocephalus Goeze. Mit peitschenförmig verlängertem Vorderleib und walzenförmig aufgetriebenem, scharf abgesetztem Hinterleib, welcher die Geschlechtsorgane einschliesst und beim Männchen eingerollt ist. Seitenfelder fehlen. Hauptmedianlinien vorhanden. Der schlanke Penis mit einer beim Hervortreten sich umstülpenden Scheide. Die hartschaligen, citronenförmigen Eier entwickeln sich erst im Wasser. *Tr. dispar* Rud., Peitschenwurm, im Colon des Menschen. Die Würmer leben nicht frei im Darme, sondern mit dem fadenförmigen Vorderleib in die Schleimhaut eingegraben. (Fig. 355.) Die Eier treten mit dem Kothe aus dem Körper des Wirthes noch ohne Zeichen beginnender Embryonalentwicklung, die erst nach längerem Aufenthalt im Wasser oder an feuchten Orten durchlaufen wird. Nach Fütterungsversuchen, die R. Leuckart mit *Tr. affinis* des Schafes und *Tr. crenatus* des Schweines anstellte, entwickeln sich die mit den Eihüllen in den Darm übertragenen

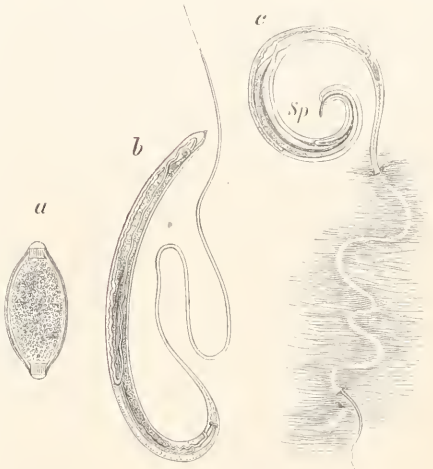
[1]) Bollinger, Die Kolik des Pferdes und das Wurmaneurysma der Eingeweidearterien. München, 1870.

Embryonen zu Trichocephalen, und darf hiernach auch für den menschlichen Peitschenwurm geschlossen werden, dass die Uebertragung direct ohne Zwischenträger mittelst des Wassers oder verunreinigter Speisen erfolgt. In der ersten Zeit haarförmig und trichinenähnlich, gewinnen die jungen Peitschenwürmer erst nach und nach die beträchtliche Dicke des Hinterleibes.

Trichosomum. Körper haarförmig dünn, doch ist der Hinterleib des Weibchens aufgetrieben. Seitenfelder vorhanden, ebenso die Hauptmedianlinien. Schwanzende des Männchens mit Hautsaum und einfachem Penis (Spiculum) mit Scheide. *Tr. muris* Creplin., im Dickdarm der Hausmaus. *Tr. crassicauda* Bellingh., in der Harnblase der Ratte. Nach R. Leuckart lebt das Zwergmännchen im Uterus des Weibchens. Gewöhnlich finden sich 2 bis 3, seltener 4 oder 5 Männchen in einem Weibchen. Auch lebt noch eine zweite *Trichosomum*-Art in der Harnblase der Ratte. *Tr. Schmidtii* v. Linst., dessen grösseres Männchen früher für das von *Tr. crassicauda* gehalten worden war.

Trichina Owen[1]). Körper haardünn. Hauptmedianlinien und Seitenfelder vorhanden. Weibliche Geschlechtsöffnung weit nach vorne gerückt. Hinterleibsende des Männchens mit zwei konischen terminalen Zapfen, zwischen denen die Kloake vorgestülpt wird. *Tr. spiralis* Owen, im Darme des Menschen und zahlreicher, vornehmlich fleischfressender Säugethiere, kaum 2 Linien lang. (Fig. 356.) Die viviparen Weibchen beginnen etwa acht Tage nach ihrer Einwanderung in den Darmcanal Junge abzusetzen, welche die Darmwandung und Leibeshöhle des Trägers durchsetzen und theils durch selbstständige Wanderung in den Bindegewebszügen, theils wohl auch mit Hilfe der Blutwelle in die quergestreiften Muskeln des Körpers einwandern. Die Larven durchbohren das Sarcolemma, dringen in die Primitivbündel ein, deren Substanz unter lebhafter Wucherung der Muskelkerne degenerirt, und wachsen in einer schlauchförmigen Auftreibung der Muskelfaser während eines Zeitraumes von vierzehn Tagen zu spiralig zusammengerollten Würmchen aus, um welche sich innerhalb des Sarcolemmas und dessen Bindegewebsumhüllung aus der degenerirten Muskelsubstanz glashelle citronenförmige Kapseln ausscheiden. In dieser anfangs sehr zarten, bald aber durch Schichtung verdickten und fest gewordenen, mit der Zeit allmälig verkalkenden Cyste kann die jugendliche Muskeltrichine Jahre lang lebendig bleiben. Wird dieselbe mit dem Fleische des Trägers in den Darm eines Warmblüters übergeführt, so wird sie aus ihrer Cyste durch die Wirkung des Magensaftes befreit und bringt die bereits ziemlich weit entwickelten Geschlechtsanlagen rasch zur Reife. Schon drei bis vier Tage nach der Einfuhr sind die Muskeltrichinen zu Geschlechtstrichinen geworden, welche sich begatten und die in dem Träger wandernde Brut (ein Weibchen wohl bis 1000 Embryonen) erzeugen. Als der natürliche Träger der Trichinen ist vor Allem die Hausratte zu nennen, welche die Cadaver des eigenen Geschlechtes nicht verschont und so die Trichineninfection von Generation zu Generation erhält. Gelegentlich

Fig. 355.

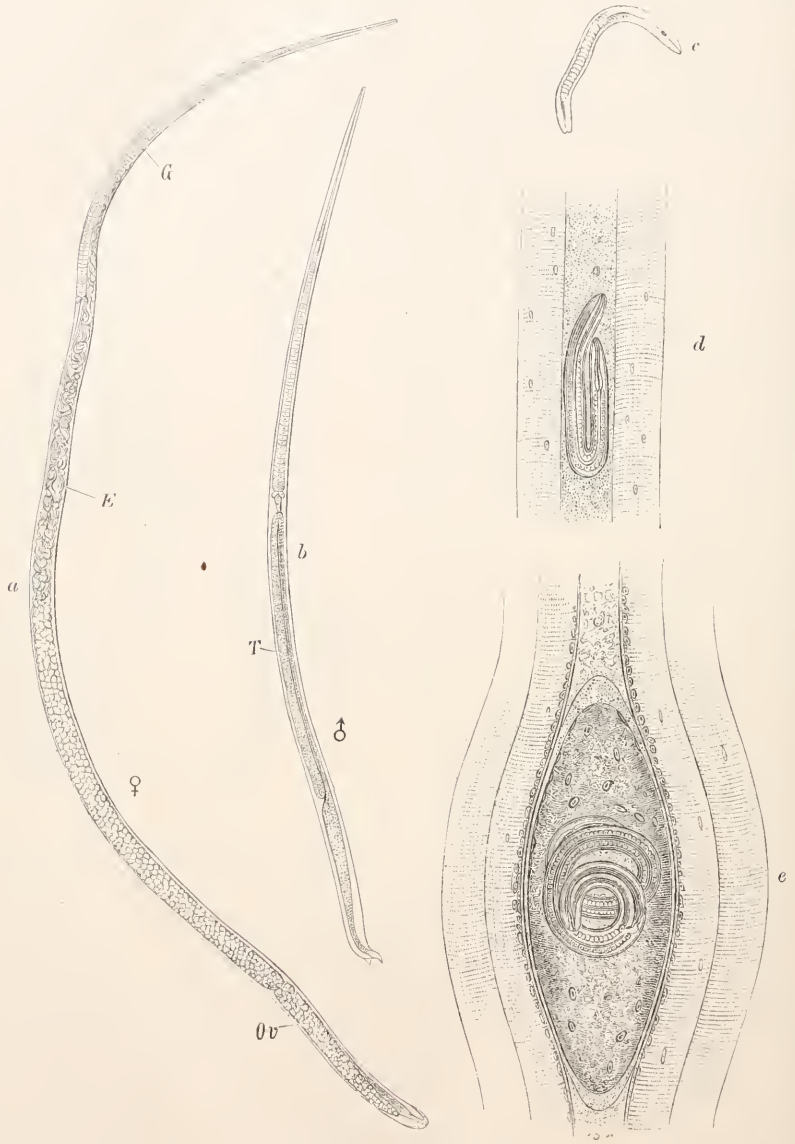


Trichocephalus dispar, nach R. Leuckart. *a* Ei. *b* Weibchen. *c* Männchen, mit dem Vorderleib in die Darmschleimhaut eingegraben. *Sp* Spiculum.

[1]) Vergl. die Schriften von R. Leuckart, Zenker, R. Virchow, Pagenstecher etc.

werden aber trichinenhaltige Cadaver von dem omnivoren Schwein gefressen, mit dessen Fleisch die Trichinenbrut in den Darm des Menschen gelangt und zur Ursache der so

Fig. 356.



Trichina spiralis. *a* Reife weibliche Darmtrichine. *Ov* Ovarium, *G* Genitalöffnung, *E* Embryonen. — *b* Männchen. *T* Hoden. — *c* Larve (sogenannter Embryo). — *d* Derselbe in eine Muskelfaser eingewandert, bereits bedeutend vergrössert. — *e* Derselbe zur eingerollten Muskeltrichine ausgebildet und encystirt.

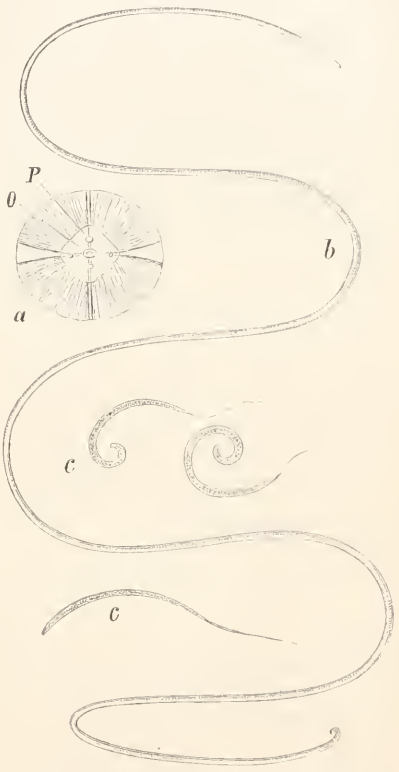
berüchtigten Trichinenkrankheit wird, welche, wenn die Einwanderung massenhaft erfolgt, einen tödtlichen Ausgang nimmt.

Fam. *Filariidae*. Körper fadenförmig verlängert, oft mit sechs Mundpapillen, zuweilen mit einer hornigen Mundkapsel. Hinterende des Männchens spiralig eingerollt mit

vier praeanalen Papillenpaaren, zu denen jedoch noch eine unpaare Papille hinzukommen kann, mit zwei ungleichen Spicula oder mit einfachem Spiculum.

Filaria O. Fr. Müll. Mit kleiner Mundöffnung und engem Oesophagealrohr. Die zuweilen der Papillen entbehrenden Arten leben ausserhalb der Eingeweide meist im Bindegewebe, häufig unter der Haut. (Von Diesing in zahlreiche Gattungen getheilt.) *F.* (*Dracunculus*) *medinensis*[1]) Gmel., der Guineawurm, im Unterhautzellgewebe des Menschen in den Tropengegenden der alten Welt, wird zwei und mehrere Fuss lang. Der Kopf mit zwei medianen Lippen und drei Paaren seitlicher Papillen. Weibchen viviparl ohne Geschlechtsöffnung, Männchen nicht bekannt. Der eingewanderte Wurm lebt im Bindegewebe zwischen den Muskeln und unter der Haut und erzeugt nach erlangter Geschlechtsreife ein Geschwür, mit dessen Inhalt die Brut entleert wird. (Fig. 357.) Neuerdings ist nachgewiesen worden, dass die Filarienembryonen in Cyclopiden (Fedtschenko) einwandern und hier eine Häutung bestehen. Ob sie dann mitsammt dem Cyclopidenkörper durch den Genuss des Trinkwassers übertragen werden oder erst ins Freie gelangen und sich hier begatten, ist nicht erwiesen. *F. immitis* Leidy, lebt im rechten Ventrikel des Hundes, ausserordentlich häufig im östlichen Asien, lebendig gebährend. Die Embryonen treten direct in das Blut über, ohne hier jedoch ihre weitere Entwicklung zu durchlaufen. Aehnliche jugendliche Haematozoen finden sich auch im Blute des Menschen in den Tropen der alten und neuen Welt und sind als *F. sanguinis hominis* Lew. beschrieben, als deren zugehörige Geschlechtsform *F. Bancrofti* Cobb. in lymphatischen Geschwülsten erkannt wurde. Da dieselben auch im Harne vorkommen, scheint ihr Auftreten mit der Haematurie in einem aetiologischen Zusammenhange. In Ostindien leben auch im Blute des Strassenhundes jugendliche Filarien, welche auf die Brut von *Filaria sanguinolenta* Rud. zu beziehen sein dürften, da sich nach Lewis regelmässig an der Aorta und am Oesophagus knotige Anschwellungen mit dieser Filarie finden. *F. papillosa* Rud., im Peritoneum des Pferdes. *F. loa* Guyot., in der Conjunctiva der Neger am Congo. *F. labialis* Pane. Nur einmal in Neapel beobachtet. Eine unreife, als *Filaria lentis* (*oculi humani*) beschriebene Filaride ist in der Linsenkapsel des Menschen gefunden worden. *F. attenuata*. In der Krähe.

Fig. 357.



Filaria medinensis, nach Bastian u. R. Leuckart. *a* Vorderende von der Mundfläche gesehen. *O* Mund, *P* Papillen. — *b* Trächtiges Weibchen (der Grösse nach um mehr als die Hälfte reducirt). — *c* Embryonen, sehr stark vergrössert.

Fam. *Mermitidae*. Afterlose Nematoden mit langem fadenförmigen Leib und sechs Mundpapillen. Das männliche Schwanzende ist verbreitert und mit zwei Spicula und drei Reihen zahlreicher Papillen versehen. Leben in der Leibeshöhle von Insecten und

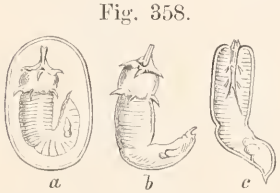
[1]) Vergl. H. C. Bastian, On the structure and nature of the Dracunculus. Transact. Linn. Society, Vol. XXIV, 1863. Fedtschenko l. c.

wandern in feuchte Erde aus, wo sie geschlechtsreif werden und sich begatten. *Mermis nigrescens* Duj. gab die Veranlassung zu der Fabel vom Wurmregen. *M. albicans* v. Sieb. v. Siebold constatirte experimentell die Einwanderung der Embryonen in die Räupchen der Spindelbaummotte (*Tinea evonymella*).

Fam. *Gordiidae*. Von langgestreckter, fadenförmiger Gestalt, ohne Mundpapillen und Seitenfelder, mit Bauchstrang. Mund und vorderer Darmabschnitt obliteriren im ausgebildeten Zustande innerhalb des perienterisehen Zellkörpers. Ovarien und Hoden paarig, zugleich mit dem After nahe am hinteren Körperende ausmündend. Uterus unpaar, mit Receptaculum seminis. Männliches Schwanzende zweigabelig ohne Spicula. Leben im Jugendzustande mit Mund versehen in der Leibeshöhle von Raubinsecten, wandern aber zur Begattungszeit in das Wasser aus, wo sie vollkommen geschlechtsreif werden. Die mit einem Stachelkranz versehenen Embryonen (Fig. 358) durchbohren die Eihüllen und wandern in Inseetenlarven (Chironomuslarven, Ephemeriden) ein, um sich alsbald zu encystiren. Wasserkäfer und andere Raubinsecten des Wassers nehmen mit dem Fleische der Ephemeridenlarve die encystirten Jugendformen auf, die sich nun in der Leibeshöhle der neuen grösseren Träger zu jungen Gordiiden entwickeln. *Gordius aquaticus* Duj.

Fam. *Anguillulidae*[1]). Freilebende Nematoden von geringer Körpergrösse, zuweilen mit Schwanzdrüsen. Seitencanäle oft durch sogenannte Bauchdrüsen ersetzt. Einige Arten leben an oder in Pflanzen parasitisch, andere in gährenden oder faulenden Stoffen (auch Pilzen), die meisten frei in der Erde oder im Wasser. *Tylenchus* Bast. Mit kleiner Mundhöhle, in welcher ein kleiner Stachel liegt. Weibliche Geschlechtsöffnung weit hinten. *T. scandens* Sch. = *tritici* Needham, Weizenälchen, in gichtkranken Weizenkörnern. Mit der Aussaat dieser Körner erwachen in der feuchten Erde die eingetrockneten Jugendformen, durchbohren die aufgeweichte Hülle und dringen in die aufkeimenden Weizenpflänzchen ein. Hier verweilen sie eine Zeit lang, vielleicht den ganzen Winter ohne Veränderung, bis sich in der Achse des Triebes die Aehre anlegt. In diese dringen sie ein, wachsen aus und werden geschlechtsreif, während die Aehre blüht und reift. Sie begatten sich, legen die Eier ab, aus denen die Embryonen auskriechen, um zuletzt den ausschliesslichen Inhalt der Weizenkörner zu bilden. *T. dipsaci* Kühn, in den Blüthenköpfen der Weberkarde. *T. Davainii* Bast. An Wurzeln von Moos und Gras. *Heterodera Schachtii* Schmidt. An den Wurzeln der Runkelrübe, auch an denen des Kohls, des Weizens, der Gerste etc.

Fig. 358.



Larven von *Gordius subbifurcus*, nach Meissner. *a* In der Eihülle mit vorgeschobenem Rüssel, *b* ausserhalb der Eihülle, *c* mit eingestülptem Vorderende.

Rhabditis Duj., von Schneider in *Leptodera* Duj. und *Pelodera* Sehn. geschieden. *Rh. flexilis* Duj., Kopf sehr spitz, mit zweilippigem Mund. In den Speicheldrüsen von Limax cinereus. *Rh. angiostoma* Duj.

Rhabdonema. R. Lkt., Filarien-ähnlich, mit schwach ausgebuchtetem, fast cylindrischem Schlund und heterogener Entwicklung mit freilebender Generation männlicher und weiblicher *Rhabditis*-Form. *Rh. nigrovenosum*. (Fig. 351.) In der Lunge der

[1]) Davaine, Recherches sur l'Anguillule du blé niellé. Paris, 1857. Kühn, Ueber das Vorkommen von Anguillulen in erkrankten Blüthenköpfen von Dipsacus fullonum. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. IX, 1859. Bastian, Monograph of the Anguillulidae or free Nematoids, marine, land and freshwater. London, 1864. O. Bütschli, Beiträge zur Kenntniss der freilebenden Nematoden. Nov. Acta, Tom. XXXVI, 1873. J. G. De Man, Die frei in der reinen Erde und im süssen Wasser lebenden Nematoden der niederl. Fauna. Leiden, 1884.

Kröten und des Grasfrosches. Die Rhabditisgeneration winzig klein. *Rh. strongyloides* R. Lkt. (*Anguillula intestinalis*), im Darm des Menschen in der Lombardei und in Chochinchina beobachtet, heftige Diarrhöen veranlassend. Die als *Anguillula stercoralis* beschriebene Rhabditisbrut gehört in den Entwicklungskreis von *Rh. strongyloides* und entwickelt sich im Freien zu einer geschlechtsreifen Rhabditisgeneration[1]). *Rh.* (*Leptodera*) *appendiculata* Schn., in feuchter Erde, 3 Mm. lang. Die mundlose, mit zwei Schwanzbändern versehene Larve in Arion empiricorum.

Allantonema mirabile R. Lkt. im Fichtenrüsselkäfer (Hylobius pini), 3 Mm. lang, wurstförmig, von einer Hülle umgeben, die durch Tracheenäste in der Leibeshöhle befestigt ist, ohne Mund, Darm und After, mit peritonealem Zellenkörper protandrischer Hermaphrodit mit einer im Freien lebenden männlichen und weiblichen Rhabditisgeneration.

Attractonema gibbosum R. Lkt. in der Leibeshöhle von Cecidomyia pini, ohne Mund und After, mit Zellenstrang statt des Darmes und grossem buckelartigen Anhange, der umgestülpten, mit Brut gefüllten Vagina (wie der Sphaerulariaschlauch). Begattung beiderlei Geschlechtsthiere im Freien. Die Einwanderung in den Träger beschränkt sich auf das weibliche Thier, welches die eigenthümliche Umformung erfährt.

Sphaerularia bombi Léon. Duf.[2]). In der Leibeshöhle überwinterter Hummelweibchen. Das *Sphaerularia*-Weibchen trägt oft am einen Körperende einen kleinen Nematoden-ähnlichen Faden, welcher früher für das Männchen gehalten wurde. Schneider[2]) zeigte zuerst, dass der anhängende Körper organisch mit der *Sphaerularia* verwachsen sei und führte denselben auf den Wurmkörper zurück, von welchem die vermeintliche *Sphaerularia* lediglich den ausgestülpten Uterus mit übergetretenem Ovarium und Darmdivertikel darstellt. Diese Zurückführung ist von R. Leuckart[3]) dahin ergänzt worden, dass die *Sphaerularia* von 15 Mm. Länge die ausgestülpte Vagina mit dem weiblichen Geschlechtsapparat repräsentirt, an dem der winzig kleine Wurmkörper (Fig. 352 *d*, *W*) anhängt. Die in demselben enthaltenen Jungen werden schon in der Hummel frei, aber erst im Freien bei einer Länge von circa 1 Mm. geschlechtsreif. Nach der Begattung wandern dann die befruchteten Weibchen in den Körper überwinternder Hummelweibchen ein.

Anguillula aceti = *glutinis* O. Fr. Müll. Bekannt als Essigälchen und Kleisterälchen von 1—2 Mm. Länge.

Unter den zahlreichen Anguilluliden ohne Pharyngealanschwellung (*Enoplidae*) sind ferner hervorzuheben: *Dorylaimus maximus* Bütschli, in der Erde, *D. stagnalis* Duj., im Schlamme, überall in Europa. *Enchelidium marinum* Ehrbg., *Enoplus tridentatus* Duj., beide marin.

Hier schliessen sich die Familien der *Desmoscoleciden* und *Chaetosomatiden* an.

Den Nematoden schliessen sich an die *Chaetognathen*[3]) mit der Gattung *Sagitta*. (Fig. 359.) Dieselben sind langgestreckte Rundwürmer, mit eigen-

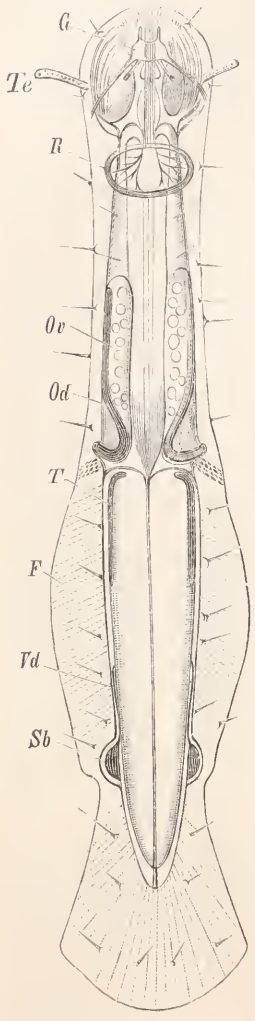
---

[1]) R. Leuckart, Ueber die Lebensgeschichte der sogenannten Anguillula stercoralis und deren Beziehungen zu der sogenannten Anguillula intestinalis. Berichte der k. sächs. Gesellschaft der Wissensch., 1882.

[2]) A. Schneider, Ueber die Entwicklung der Sphaerularia bombi. Zoolog. Beiträge, Breslau, Tom. I. R. Leuckart, Ueber die Entwicklung der Sphaerularia bombi. Zool. Anzeiger 1885. Derselbe, Neue Beiträge zur Kenntniss etc. der Nematoden. Leipzig, 1887.

[3]) Vergl. A. Krohn, Anatomisch-physiologische Beobachtungen über die Sagitta bipunctata. Hamburg, 1844. R. Wilms, De Sagitta mare germanicum circa insulam Helgoland incolente. Berolini, 1846. Kowalevski, Embryologische Studien an Würmern und Arthropoden. Mém. de l'Acad. St.-Pétersbourg, Tom. XVI. O. Hertwig, Die Chaetognathen, eine Monographie. Jena, 1880. B. Grassi, I Chetognati. Leipzig, 1883.

Fig. 359.



Sagitta (*Spadella*) *cephaloptera*, 30mal vergrössert, von der Rückenseite aus gesehen, nach O. Hertwig. *F* Hintere Flosse, *G* Ganglion, *Te* Tentakeln, *R* Riechorgan, *Ov* Ovarium, *Od* Oviduct, *T* Hoden, *Vd* Vas deferens, *Sb* Samenblase.

thümlicher Mundbewaffnung und seitlichen, horizontal gestellten Flossen, deren membranartiger Saum durch Strahlen gestützt wird. Der Vorderabschnitt des Leibes setzt sich scharf als Kopf ab und trägt in der Umgebung des Mundes zwei seitliche, mehr ventrale Hakengruppen, welche als Kiefer fungiren. Das Nervensystem besteht aus einem die Augen tragenden Gehirnganglion und einem etwa in der Mitte der Körperlänge gelegenen Bauchganglion. Dazu kommen noch zwei neben dem Munde gelegene Ganglien, welche als untere Schlundganglien aufzufassen sein dürften und durch eine Schlundcommissur untereinander und mit dem Kopfganglion verbunden sind. Das geradgestreckte Darmrohr, vom Oesophagus an abwärts durch ein Mesenterium an der Leibeswand befestigt, mündet an der Basis des langen, mit einer horizontalen Flosse endenden Schwanzes in der Afteröffnung nach aussen. Die Sagitten sind hermaphroditisch und besitzen paarige, mit Samentaschen verbundene Ovarien, die durch zwei Oeffnungen an der Basis des Schwanzes ausmünden, und ebensoviel dahinter gelegene Hoden, deren Samenproducte durch Oeffnungen an den Seiten des Schwanzes nach aussen gelangen. Die Furchung des Eies ist eine totale und führt zur Bildung einer Keimblase. Diese stülpt sich von einer Stelle aus bis zum Verschwinden der Furchungshöhle ein, so dass eine Gastrula entsteht, in deren Entoderm zwei Zellen bereits als Urgeschlechtszellen erkannt werden. Wenn diese aus dem Entoderm austreten, bildet dasselbe an dem aboralen Pole zwei Falten, durch welche die Gastralhöhle in einen mittleren und zwei seitliche Räume zerfällt. Während die Zellbekleidung der letzteren zum Mesoderm wird, liefert die des mittleren Raumes die Darmwand, an welcher, dem sich schliessenden Urmund gegenüber, der bleibende Mund zum Durchbruch kommt.

Sagitta Slab. *S. bipunctata* Krohn, *S. germanica* Lkt. Pag., *S. (Spadella) cephaloptera* Busch. Europäische Meere.

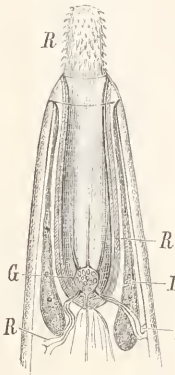
2. Ordnung. **Acanthocephali**[1]**, Kratzer, Acanthocephalen.**

Langgestreckte schlauchförmige Rundwürmer mit vorstülpbarem, Haken tragendem Rüssel, ohne Mund und Darm.

[1]) Ausser Dujardin, Diesing l. c. vergl.: R. Leuckart, Parasiten des Menschen, Tom. II, 1876. Greeff, Untersuchungen über Echinorhynchus miliaris. Arch. für Naturgesch., 1864. A. Schneider, Ueber den Bau der Acanthocephalen, Müller's Archiv, 1868. sowie

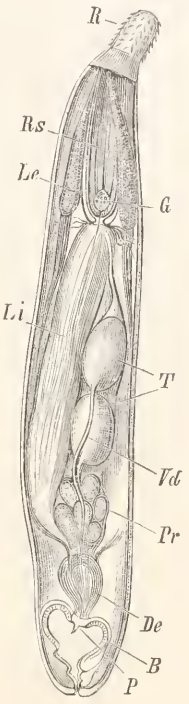
Der schlauchförmige, oft quergerunzelte Körper beginnt mit einem Widerhaken tragenden Rüssel, welcher in einen in die Leibeshöhle hineinragenden Schlauch (Rüsselscheide) zurückgestülpt werden kann. Das hintere Ende dieser Rüsselscheide wird durch ein Band und durch Retractoren (*Retinacula*) an der Leibeswand befestigt. Im Grunde derselben liegt das *Nervensystem* als einfaches, aus grossen Zellen gebildetes Ganglion, welches Nerven nach vorne in den Rüssel und durch die seitlichen Retractoren nach den Wandungen des Körpers entsendet. (Fig. 360.) Die sich von hier aus vertheilenden, lateral verlaufenden Nervenfasern versorgen theils die Muskulatur des Körpers, theils den Geschlechtsapparat, für welchen sie vornehmlich beim männlichen Thiere in Anschwellungen besondere Centra erhalten. *Sinnesorgane* fehlen durchwegs. Ebenso Mund, Darm und After. Die ernährenden Säfte werden durch die gesammte äussere Haut aufgenommen, welche in ihrer weichen körnerreichen Subcuticularschicht ein complicirtes System von Körnchen führenden Canälen einschliesst. Auf die untere, oft sehr umfangreiche und gelb gefärbte Hautschicht folgt der kräftige, aus äusseren Querfasern und inneren Längsfasern zusammengesetzte Muskelschlauch, welcher die Leibeshöhle begrenzt. Wahrscheinlich fungirt das vielfach ramificirte System von Hautcanälen, an dem sich zwei longitudinale Hauptstämme erkennen lassen, als ein mit Säften gefüllter Ernährungsapparat, und der Theil desselben, welcher sich auf zwei hinter dem Rüssel durch den Muskelschlauch in die Leibeshöhle

Fig. 360.



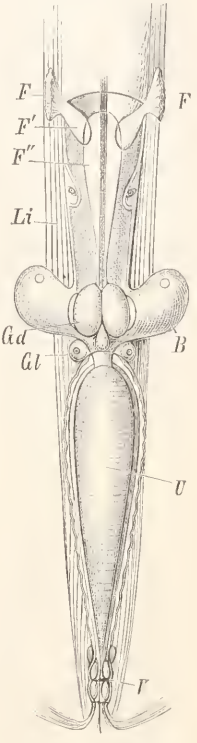
Vordertheil eines *Echinorhynchus*. *R* Rüssel, *Rs* Rüsselscheide, *G* Ganglion, *Le* Lemnisci, *R* Retinacula.

Fig. 361.



Männchen von *Echinorhynchus angustatus* nach R. Leuckart. *R* Rüssel, *Rs* Rüsselscheide, *Li* Ligament, *G* Ganglion, *Le* Lemnisci, *T* Hoden, *Vd* Vas deferens, *Pr* Prostataschläuche, *De* Ductus ejaculatorius, *P* Penis, *B* eingestülpte Bursa

Fig. 362.



Leitungsweg eines weiblichen *Echinorhynchus gigas*, nach A. Andres. *Li* Ligament, *F* scheibenförmige Flocken, *F'*, *F''* Anhänge derselben, *U* Uterus, *V* Scheide, *B* Lateraltaschen der Glocke, *Gd* dorsale Zellen am Glockengrunde, *Gl* seitliche Zellen am Glockenhalse.

Sitzungsber. d. Oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde, 1871. A. Saefftigen, Zur Organisation der Echinorhynchen. Morphol. Jahrbücher, Tom. X, 1884. B. Grassi und S. Calandruccio, Ueber einen Echinorhynchus, welcher auch im Menschen parasitirt und dessen Zwischenwirth ein Blaps ist. Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde. III. Bd. 1888.

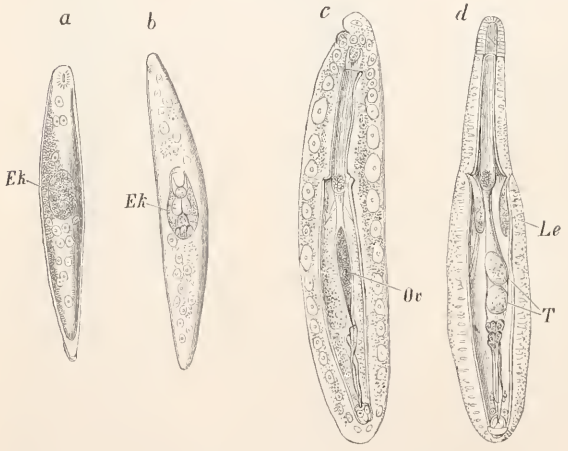
hineinragende Körper, *Lemnisci*, erstreckt, wohl als *Excretionsorgan*, da der Inhalt der vielfach anastomosirenden Canäle dieser Lemnisci in der Regel bräunlich gefärbt ist und aus einer an Körnchen reichen zelligen Masse besteht. Nach Schneider sollen die Gefässe der Lemnisci in einen Ringcanal der Haut münden, aber nur mit den vorausgelegenen, netzförmig verbundenen Canälen des Kopftheils communiciren, während der von dem Inhalt der Lemnisci verschiedene Inhalt der eigentlichen Hautgefässe (Ernährungsapparat) des Körpers, von jenen völlig abgeschlossen, in besonderen Strömungen sich bewegt.

Fig. 363.

Ein von den Eihüllen umschlossener Embryo von *Echinorhynchus gigas*, nach R. Leuckart.

Die saftführende Leibeshöhle umschliesst die mächtig entwickelten Geschlechtsorgane, welche durch ein Ligament am Ende der Rüsselscheibe befestigt sind. Die Geschlechter sind getrennt. Die Männchen besitzen zwei Hoden, ebensoviel Ausführungsgänge, ein gemeinsames, oft mit sechs oder acht Drüsenschläuchen versehenes Vas deferens und einen kegelförmigen Penis im Grunde einer glockenförmigen, am hinteren Leibespole hervorstülpbaren Bursa. (Fig. 361.) Die Geschlechtsorgane der grösseren Weibchen bestehen aus dem im Ligamente entstandenen Ovarium, einer mit freier Mündung in der Leibeshöhle beginnenden, complicirt gebauten Uterusglocke, dem Eileiter und der kurzen Scheide, welche, in mehrere Abschnitte gegliedert, am hinteren Körperende ausmündet. (Fig. 362.) Nur in der Jugend bleibt das Ovarium ein einfacher Körper und von der Haut des erwähnten Ligamentes umschlossen. Mit der fortschreitenden Grössenzunahme theilt sich dasselbe unter fortgesetzter Wucherung in zahlreiche Eierballen, unter deren Druck die Haut des Ligamentes einreisst; die Eierballen, sowie die reifen, aus ihnen sich lösenden länglichen Eier fallen in die Leibeshöhle. Die Eihüllen entstehen erst nach der Dotterfurchung und sind demnach wohl als Embryonalhüllen zu deuten. Aus der Leibeshöhle gelangen die bereits mit Embryonen versehenen Eier in die sich beständig erweiternde und verengernde Uterusglocke, von da in den Eileiter und durch die Geschlechtsöffnung nach aussen.

Fig. 364.



Larven von *Echinorhynchus proteus* aus Gammarus, nach R. Leuckart. *a* Freigewordener Embryo. *Ek* Embryonalkern. — *b* Aelteres Stadium mit weiter differenzirtem Embryonalkern. — *c* Ein junger weiblicher Wurm. *Ov* Ovarium. — *d* Ein junger männlicher Wurm. *T* Hoden, *Le* Lemnisci.

Die nach Ablauf einer unregelmässig totalen Dotterklüftung entstandenen und von drei Eihäuten umschlossenen Embryonen sind kleine, am

vorderen Pole mit Stachelchen bewaffnete, längliche Körper, welche einen centralen Körnerhaufen (Embryonalkern) enthalten. (Fig. 363.) Dieselben gelangen in den Darm von Amphipoden (*E. proteus, polymorphus*), Wasserasseln (*Ech. angustatus*) oder Insecten (*Ech. gigas* in den Engerling, *Ech. monoliferus* in Blaps), werden hier frei, durchbohren die Darmwandung und bilden sich nach Verlust der Embryonalstacheln zu kleinen, länglich gestreckten Echinorhynchen aus, welche, Puppen vergleichbar, mit eingezogenem Rüssel, von ihrer äusseren festen Haut wie von einer Cyste umschlossen, in dem Leibesraume der kleinen Kruster liegen. (Fig. 364.) Nur die Haut, Gefässe und Lemniscen gehen aus dem äusseren Embryonalleib hervor, während sich alle übrigen vom Hautmuskelschlauche eingeschlossenen Organe, Nervensystem, Rüsselscheide, Geschlechtsorgane, aus dem sogenannten Embryonalkern entwickeln. Erst nach ihrer Einführung in den Darm von Fischen (*Ech. proteus*), Wasservögeln (*Ech. polymorphus*) oder Säugethieren (*Ech. gigas, monoliferus*) erlangen sie Geschlechtsreife, begatten sich und wachsen zur vollen Grösse aus.

Die zahlreichen Arten der Gattung *Echinorhynchus* O. F. Müll. leben vorzugsweise im Darme von Fischen und Wasservögeln, deren Darmwandung mit Echinorhynchen wie besäet sein kann. Seltener ist ihr Vorkommen in Säugethieren. *Ech. polymorphus* Brems., im Darm der Ente und anderer Vögel, auch im Flusskrebs. *Ech. proteus* Westrumb., *Ech. angustatus* Rud., in Süsswasserfischen. *Ech. gigas* Goeze, von der Grösse eines Spulwurmes, im Dünndarm des Schweines. Der Embryo gelangt nach A. Schneider in Engerlingen zur Ausbildung. Auch im Dünndarm eines an Leukaemie verstorbenen Kindes wurde von Lambl ein kleiner, noch nicht geschlechtsreifer *Echinorhynchus* aufgefunden. In jüngster Zeit wurde von Calandruccio experimentell nachgewiesen, dass der im Darme des Siebenschläfers (*Myoxus quercinus*), sowie der Feldmaus und des Hamsters lebende *E. monoliferus* Bremser, dessen Jugendzustand in Blaps mucronata Latr. gefunden wird, auch im Darme des Menschen zur Entwicklung gelangt. Calandruccio inficirte sich selbst mit den Jugendformen aus Blaps und trieb sich acht Wochen später 33 Echinorhynchen ab.

III. Classe. Annelides, Gliederwürmer.

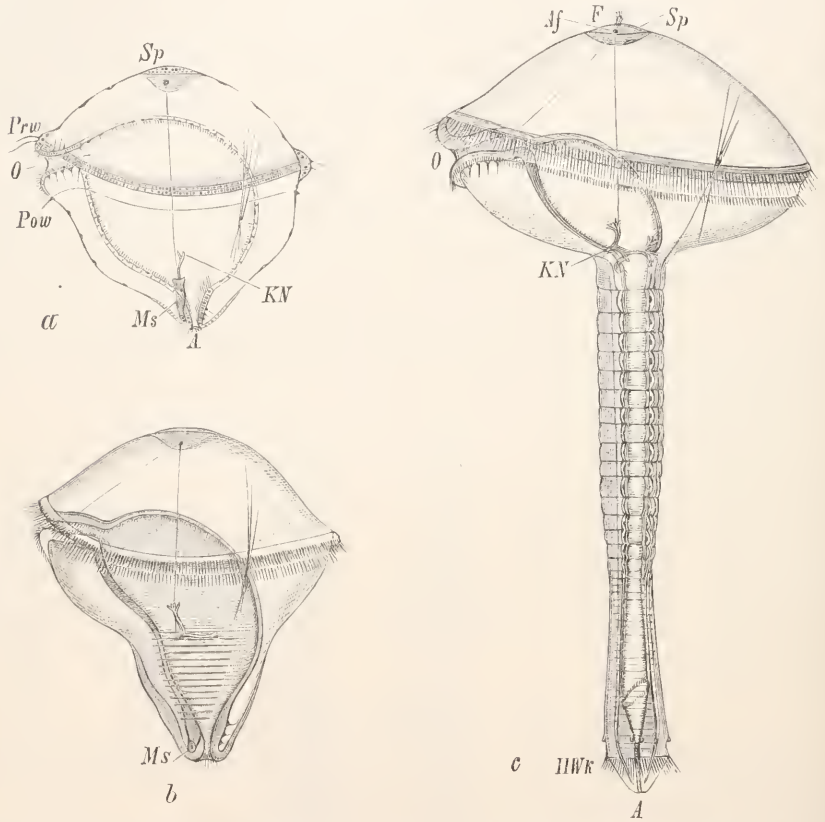
Segmentirte Würmer mit Gehirn, Schlundring und Bauchstrang (Ganglienkette) mit Segmentalorganen und Blutgefässen.

Das Verständniss vom Organismus der Gliederwürmer, sowie der Beziehungen derselben zu den niederen Würmern und zu den *Rotiferen* erscheint mit Hilfe der Lovén'schen Larve und ihrer Entwicklung gegeben. Durch dieselbe wird auch die Zusammengehörigkeit der Anneliden mit den *Gephyreen* ersichtlich, deren langgestreckter Leib zwar der inneren und äusseren Segmentirung entbehrt, dagegen in dem bauchständigen, meist noch von einem gleichmässigen Ganglienbelage überkleideten Nervenstrange das Aequivalent der Ganglienkette besitzt.

Der Körper der Lovén'schen Larve, von der man zur Ableitung des Annelidenleibes auszugehen hat, entbehrt der Gliederung und repräsentirt vornehmlich den Annelidenkopf, welcher sich in einen indifferenten, dem ganzen Rumpfe gleichwerthigen Endabschnitt fortsetzt.

Am Vorderende der Larve (Fig. 365) findet sich eine als Scheitelplatte bezeichnete Ectodermverdickung, welche die Anlage des Gehirnganglions repräsentirt und zahlreiche Nerven entsendet. Die weite Mundöffnung liegt bauchständig und führt in einen am Hinterende ausmündenden Darm. Vor dem Munde verläuft ein mächtiger praeoraler Wimperkranz, dem hinter dem Munde ein schwächerer postoraler Wimperkranz folgt. Rechts und links findet sich

Fig. 365.



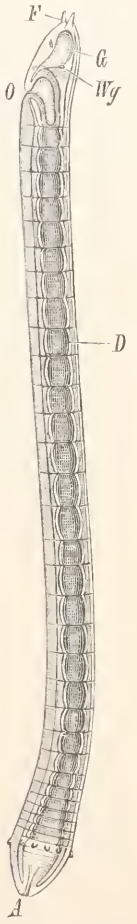
Entwicklung von *Polygordius*, nach B. Hatschek. *a* Larve. *Sp* Scheitelplatte mit Pigmentfleck, *Prw* praeoraler Wimperkranz, *O* Mund, *Pow* postoraler Wimperkranz, *A* After, *Ms* Mesoderm, *KN* Kopfniere. — *b* Aeltere Larve mit beginnender Gliederung des Rumpfes. An der Kopfniere hat sich noch ein zweiter Schenkel entwickelt. — *c* Aelteres Stadium. Der Rumpf erscheint wurmförmig gestreckt und in zahlreiche Metameren gegliedert. *HWk* Hinterer Wimperkranz, *Af* Augenfleck, *F* Fühler.

ein Excretionscanal (Kopfniere, Protonephridium). Indem die Kopfregion der Larve sich in Stirnlappen und Mundsegment umgestaltet, der hintere Körperabschnitt aber mehr und mehr in die Länge wächst und sich in eine Reihe hintereinander liegender Metameren gliedert, wird der ursprünglich ungegliederte Larvenleib zum Anneliden.

Der bald abgeflachte, bald drehrunde cylindrische Leib des Gliederwurmes zeigt meist eine homonome Segmentirung, indem die auf den Kopf folgenden Abschnitte nicht nur äusserlich gleiche, zumeist durch Einschnürungen

begrenzte Stücke vorstellen, sondern auch gleichartige Abschnitte der inneren Organisation wiederholen. Der Endabschnitt mit dem After kann jedoch insofern eine besondere Stellung beanspruchen, als seine Organisation den primären, mehr indifferenten Charakter des hinteren Larvenleibes bewahrt und während der Entwicklung des Wurmes neue Segmente nach vorne zur Sonderung bringt. Indessen ist auch für die vorausgehenden Rumpfsegmente in Wahrheit die Homonomie niemals vollständig, indem gewisse Organe auf bestimmte Segmente beschränkt bleiben. Die äusseren Ringel des Integuments fallen entweder mit den inneren, durch Scheidewände (*Dissepimente*) getrennten Segmenten zusammen (*Chaetopoda*), oder es kommen auf ein inneres Segment eine grössere bestimmte Anzahl (3, 4, 5 etc.) durch Furchen geschiedener äusserer Ringel (*Hirudinei*).

Fig. 365 *d*.



Der junge Wurm, *G* Gehirn, *Wg* Wimpergrube, *D* Darm.

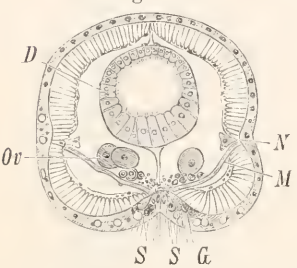
Besondere Bewegungsorgane treten entweder als borstentragende Extremitätenstummel (*Chaetopoden*) an den einzelnen Leibesringen auf, oder fehlen und werden durch endständige Haftscheiben ersetzt (*Hirudineen*). Im ersteren Falle kann jedes Segment ein rückenständiges und ein bauchständiges Paar von Fussstummeln besitzen, die auch durch einfache, in Hautgruben steckende Borsten vertreten sein können. Die am Vorderende ventralwärts gelegene *Mundöffnung* führt in einen muskulösen Schlund, der oft eine kräftige Bewaffnung trägt und als Rüssel hervorgestülpt wird. Dann folgt, den grössten Theil der Körperlänge durchsetzend, der Magendarm, welcher den Segmenten entsprechend regelmässige Einschnürungen erfährt oder seitliche Blindschläuche besitzt und nur ausnahmsweise gewunden erscheint. Die Afteröffnung liegt am hinteren Körperende.

Das *Nervensystem* besteht aus dem Gehirn- oder oberen Schlundganglion, welches in der Scheitelplatte der Larve seine Anlage hat, aus einem Schlundring und einem Bauchstrang, beziehungsweise einer Bauchganglienkette, deren Hälften der Mittellinie in verschiedenem Maasse genähert liegen. Der Bauchstrang entsteht aus zwei seitlichen Nervensträngen, welche wahrscheinlich den Seitennerven der Nemertinen entsprechen. Dieselben setzen sich in die Schlundcommissur fort und sind wie diese gleichmässig von Ganglienzellen bekleidet. Diese Gestaltung des Nervensystems kann ebenso wie die ectodermale Lage desselben persistiren (*Archianneliden*, *Protodrilus*). (Fig. 366.) Bei den übrigen Anneliden tritt dieser Zustand nur vorübergehend auf, indem die Seitenstränge in einem vorgeschrittenen Stadium sich vom Ectoderm sondern, medianwärts zusammentreten und sich den Metameren des Rumpfes entsprechend gliedern. Vom Gehirn entspringen die Nerven der Sinnesorgane; die übrigen Nerven treten vom Bauchstrange, beziehungsweise von den Ganglien der Bauchkette

und von deren Längscommissuren aus. Fast überall findet sich ein besonderes Eingeweidenervensystem (*Sympathicus*). Von *Sinnesorganen* kennt man paarige *Augenflecken* mit lichtbrechenden Einlagerungen oder grössere, complicirter gebaute Augen, ferner *Gehörbläschen* am Schlundringe (Kiemenwürmer) und *Tastfäden*, letztere bei den *Chaetopoden* als Fühler und Fühlercirren am Kopf und als Cirren an den Extremitätenstummeln der Segmente. Auch da, wo Fühler und Cirren fehlen, ist der Tastsinn an verschiedenen Stellen der Haut und besonders am Vorderende des Körpers in der Umgebung des Mundes ausgebildet durch Zellen, welchen am freien Ende Haare und Borsten fehlen.

Sehr allgemein ist ein *Blutgefässsystem* vorhanden, doch scheint dasselbe nicht überall vollständig geschlossen, sondern mit den Lacunen der Leibeshöhle in offener Communication. Dies ist bei den *Hirudineen* der Fall, im Gegensatze zu den *Chaetopoden*, deren Blutgefässe von der Leibeshöhle abgeschlossen sind. Selten fehlen dieselben vollständig. Im einfachsten Falle finden wir zwei Hauptgefässstämme, ein Rücken- und Bauchgefäss, beide durch zahlreiche Queranastomosen mit einander verbunden. Indem bald das Rückengefäss, bald die Verbindungsgefässe, bald der Bauchstamm contractil sind, wird die meist gefärbte, grüne oder rothe Blutflüssigkeit in den Gefässen und deren peripherischen Verzweigungen umherbewegt. Oft (*Hirudineen*) treten noch Seitengefässe hinzu, welche ebenso wie ein mittlerer contractiler Blutsinus auf selbstständig gewordene Theile der Leibeshöhle zurückzuführen sind. *Respirationsorgane* kommen unter den Chaetopoden bei den *Polychaeten* als Anhänge der Parapodien (Rückenkiemen), beziehungsweise als umgestaltete Fühlercirren (Kopfkiemen) vor.

Fig. 366.



Querschnitt durch den Leib von *Protodrilus*, nach B. Hatschek. *S S* die beiden Seitenstränge des Nervensystems, *G* Ganglienbelag derselben, *D* Darm, *N* Nieren, *M* Muskeln, *Ov* Eier.

Das dem Wassergefässsystem der Plathelminthen entsprechende *Excretionsorgan* tritt in Form gewundener Canäle auf, welche sich paarweise in den Segmenten wiederholen (daher *Segmentalorgane* genannt), meist mit flimmernder Trichteröffnung frei in der Leibeshöhle beginnen und in seitlichen Poren ausmünden. Dieselben können in einzelnen Segmenten die Function als Leitungswege der Geschlechtsproducte, welche sich bei den *Polychaeten* und *Gephyreen* aus dem Epithel der Leibeshöhle entwickeln, übernehmen, wie sie auch mit Concretionen erfüllte Zellen aus der Leibeshöhle entfernen. Ursprünglich dürften diese, in nenerer Zeit auch als *Nephridien* bezeichneten Excretionscanäle in allen Rumpfsegmenten sowie im Kopfabschnitt (Mundsegment) sich entwickelt haben, in welchem letztere sich im Körper des Embryos oder der Larve ein als „*Kopfniere*“ unterschiedenes Röhrchenpaar anlegt. Dasselbe ist aber stets nach der (hier primären) Leibeshöhle hin blind geschlossen und wird wie zahlreiche andere embryonale Nephridienpaare später rückgebildet, so dass im ausgebildeten Thiere die Zahl der bleibenden Nephridien eine beschränktere

ist. Man hat die ersteren auch *Protonephridien* genannt und die Kopfniere gewiss mit Recht den Excretionscanälen der Platyhelminthen homolog betrachtet, hingegen die bleibenden Segmentalorgane oder Schleifencanäle als „Metanephridien" für von jenen verschiedene Bildungen angesehen.

Zahlreiche Anneliden (*Oligochaeten*, *Hirudineen*) sind Zwitter, die marinen *Chaetopoden* dagegen vorwiegend getrennten Geschlechtes. Bei der Selbstständigkeit des Segmentes, dem wir die Bedeutung einer untergeordneten (morphologischen) Individualität zuschreiben, wird das Vorkommen der ungeschlechtlichen Fortpflanzung durch Theilung und Sprossung in der Längsachse (*Chaetopoden*) nicht überraschen.

Viele Anneliden setzen die Eier in besonderen Säckchen und Cocons ab, die Entwicklung erfolgt dann direct ohne Metamorphose. Die Meereswürmer dagegen durchlaufen eine mehr oder minder complicirte Metamorphose. Die Anneliden leben theils in der Erde, theils im Wasser und nähren sich meist von animaler Kost; viele (*Hirudineen*) sind gelegentliche Parasiten.

Im Kreise der Anneliden unterscheidet man als Hauptabtheilungen die *Chaetopoden*, die einer Gliederung entbehrenden *Gephyreen* und die an parasitische Lebensweise angepassten *Hirudineen*. Letztere sind nicht etwa als Gliederwürmer einer niederen Organisationsstufe zu betrachten, vertreten vielmehr wenigstens in einigen Organsystemen, wie Darm, Circulationsapparat und Geschlechtsorganen, complicirtere Gestaltungsverhältnisse, welche am nächsten mit den *Oligochaeten*, von denen aus die Hirudineen abzuleiten sein dürften, übereinstimmen.

1. Unterclasse. **Chaetopoda**[1], **Borstenwürmer.**

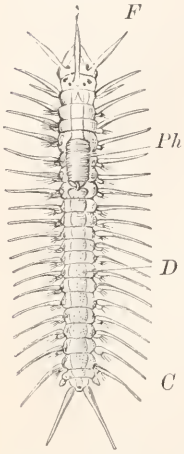
Freilebende Gliederwürmer mit paarigen Borsteneinlagerungen in den Segmenten, häufig mit ausgeprägtem Kopf, sowie mit Fühlfäden, Cirren und Kiemen.

Die Borstenwürmer sind äusserlich in Segmente gegliedert, welche den Metameren der inneren Organe entsprechen und sich mit Ausnahme des vorderen, als Kopf unterschiedenen Abschnittes meist ziemlich gleichartig verhalten. (Fig. 367.) Sehr häufig treten an den Segmenten Extremitätenstummel (*Parapodien*) mit eingelagerten Borsten auf, welche zunächst die Locomotion unter-

[1]) Ausser den älteren Werken von Savigny, Audouin et Milne Edwards, Quatrefages vergl.: E. Grube, Die Familien der Anneliden. Archiv für Naturgesch., 1850 und 1851. E. Claparède, Recherches anatomiques sur les Annélides etc. Génève, 1861. Derselbe, Les Annélides chétopodes du golfe de Naples. Génève et Bâle, 1868, nebst Supplement 1870, und Recherches sur la structure des Annélides sédentaires. Génève, 1873. Fr. Leydig, Tafeln zur vergl. Anatomie, 1864. B. Hatschek, Studien über Entwicklungsgeschichte der Anneliden. Arbeiten des zool. Institutes zu Wien, Tom. I, 1878. H. Eisig, Die Capitelliden des Golfes von Neapel. Fauna und Flora des Golfes von Neapel, Tom. XVI. Berlin, 1887. E. Meyer, Studien über den Körperbau der Anneliden. Mitth. a. d. zool. Station zu Neapel, Tom. VII, 1887. Fr. Vejdovsky, System und Morphologie der Oligochaeten. Prag, 1884.

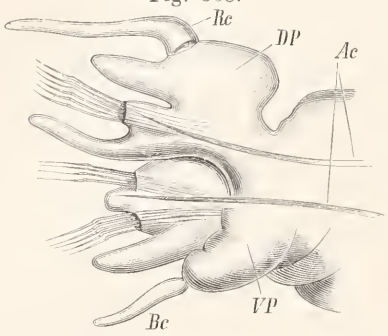
stützen und in verschiedenartigen Anhängen, *Kiemen* und *Cirren*, auch die Functionen der Respiration und des Tastens übernehmen. (Fig. 368.) Die Form der bewegbaren Borsten variirt ausserordentlich und bietet gute Anhaltspunkte zur Charakterisirung der Familien und Gattungen. Man unterscheidet Haarborsten, Hakenborsten, Plattborsten (*Paleen*), Spiessborsten, Sichelborsten, Pfeilborsten, Nadeln, Stacheln, je nach der Stärke, Gestalt und Art der Endigung. (Fig. 369.)

Fig. 367.



Grubea fusifera, nach Quatrefages. *Ph* Pharynx, *D* Darmcanal, *C* Cirren, *F* Fühler.

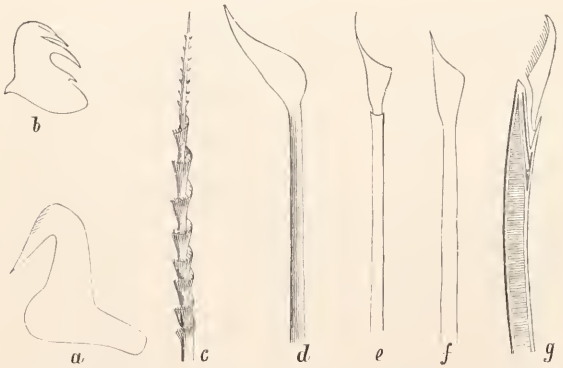
Fig. 368.



Dorsales (*DP*) und ventrales (*VP*) Parapodium mit den Borstenbündeln von *Nereis* nach Quatrefages. *Ac* Stützborsten (Aciculae), *Rc* Rückencirrus, *Bc* Bauchcirrus.

Bei vollständigem Mangel von Fussstummeln und deren Anhängen liegen die Borsten in Gruben der Haut einzeilig oder zweizeilig, d. h. in seitlichen Bauchreihen oder in Bauchreihen und Rückenreihen eingelagert. Dann ist die Zahl der Borsten durchweg eine beschränkte (*Oligochaeten*). Andererseits kann dieselbe auch in grossem Maasse überhand nehmen, so dass die Haut an den Seiten mit langen Haaren und Borsten besetzt erscheint und sich über die ganze Rückenfläche ein dichter, metallisch glänzender Haarfilz ausbreitet (*Aphrodite*). Die Anhänge der Fussstummel bieten einen nicht minder grossen Reichthum verschiedener Formen und variiren auch nicht selten an den verschiedenen Leibesabschnitten; dieselben sind zunächst einfache oder geringelte fühlerartige Fäden, *Cirri*, welche in Rücken- und Bauchcirren unterschieden werden. (Fig. 368.) Die Cirren sind meist fadenförmig und zuweilen gegliedert, oder konisch und dann oft mit einem besonderen Wurzelglied versehen. In einigen Fällen erlangen die Rückencirren eine flächenhafte Verbreiterung und bilden sich zu breiten Schuppen, *Elytren*, um, welche ein schützendes Dach

Fig. 369.

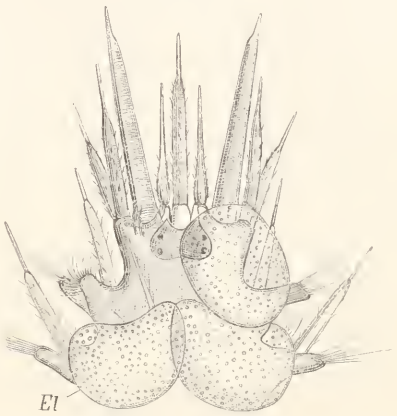


Borsten verschiedener Polychaeten, nach Malmgren und Claparède. *a* Hakenborste von *Sabella crassicornis*, *b* dieselbe von *Terebella Danielsseni*, *c* Borste mit Spiralleiste von *Sthenelais*, *d* Lanzenborste von *Phyllochaetopterus*, *e* dieselbe von *Sabella crassicornis*, *f* dieselbe von *Sabella pavonis*, *g* zusammengesetzte Sichelborste von *Nereis cultrifera*.

zusammensetzen (*Aphroditeen*). (Fig. 370.) Neben den Cirren finden sich häufig fadenförmige oder geweihartig verästelte, büschel- oder kammförmige Kiemen (Fig. 305), bald auf die mittleren Leibesabschnitte beschränkt oder fast über die ganze Rückenfläche ausgedehnt, bald nur am Kopfe, beziehungsweise zugleich an den vorderen, auf das Mundsegment folgenden Segmenten (Kopfkiemer).

Als Kopf (Fig. 304) fasst man die zwei vorderen Segmente zusammen, welche zu einem Abschnitt verschmolzen sind und sich rücksichtlich ihrer Anhänge von den nachfolgenden Segmenten abweichend verhalten. Das vordere Segment überragt als Stirnlappen die Mundöffnung und trägt die *Fühler* und *Palpen*, sowie die Augen, der hintere Kopfabschnitt, das Mundsegment, die *Fühlercirren* (*Cirri tentaculares*). Als *Aftercirren* werden die des letzten Segmentes bezeichnet. (Fig. 367.)

Fig. 370.



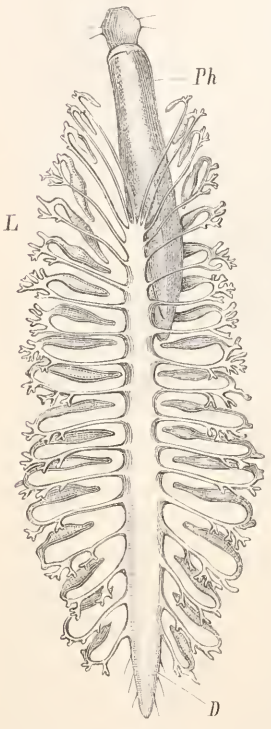
Vorderende von *Polynoë extenuata*, nach Entfernung der ersten linken Elytre, nach Claparède. Man sieht die zwei Borsten des Mundsegments blossgelegt. *El* Elytre.

Der *Verdauungscanal* verläuft meist in gerader Richtung vom Munde nach dem am hinteren Körperende gelegenen After und gliedert sich in Schlund, Magendarm und Enddarm. (Fig. 371.) Oft kommt es zur Ausbildung eines erweiterten muskulösen Schlundkopfes, der mit Papillen oder beweglichen Kieferzähnen bewaffnet, als *Rüssel* hervorgestreckt werden kann. Der Magendarm bleibt meist in seiner ganzen Länge von gleicher Beschaffenheit und zerfällt durch regelmässige Einschnürungen in eine Anzahl von Abschnitten oder Kammern, welche den Segmenten entsprechen und selbst wieder in seitliche Ausstülpungen und Blindschläuche sich erweitern. Die Einschnürungen sind bedingt durch die membranösen Septen (Dissepimente), welche die Leibeshöhle in hintereinander liegende Kammern scheiden.

Das *Gefässsystem* dürfte überall geschlossen sein, so dass die in der secundären Leibeshöhle befindliche helle Ernährungsflüssigkeit, welche wie das Blut amoeboide Körperchen enthält, mit dem meist gefärbten Blutinhalt der Gefässe nicht communicirt. Das oberhalb des Darmes gelegene Rückengefäss ist meist contractil. In demselben strömt das Blut von hinten nach vorn, im Bauchgefäss in umgekehrter Richtung. Es kommt aber sehr allgemein noch ein zweites ventrales Längsgefäss (Subneuralgefäss), welches an der Ganglienkette verläuft, hinzu. Rücken- und Bauchgefässe sind nicht nur an ihren Enden, sondern auch in den einzelnen Segmenten durch Seitenschlingen verbunden, von denen aus sich peripherische Gefässnetze in die Haut und Darmwand, sowie in die Kiemen erstrecken.

Zwischen Körperwand und Darm findet sich eine secundäre, vom Blutgefässsystem gesonderte, von Peritoneal-Epithel ausgekleidete Leibeshöhle (Coelom), die durch ein dorsales und ventrales, den Darm suspendirendes Mesenterium in zwei Seitenräume getheilt ist. Diese zerfallen wiederum durch quere, den Grenzen der Segmente entsprechende Dissepimente in zahlreiche Kammern, welche von einer häufig lymphoide Zellen haltigen Coelom-Flüssigkeit (Haemolymphe) erfüllt, unter einander durch Oeffnungen communiciren.

Fig. 371.



Verdauungscanal von *Aphrodite aculeata*, nach M. Edwards. *Ph* Pharynx, *D* Darm, *L* Leberanhänge desselben.

Unter Rückbildungen der Dissepimente in bestimmten Regionen können grössere zusammenhängende Räume der Leibeshöhle entstehen. Nicht selten werden Zellengruppen des Peritoneums Träger von Excretionsstoffen [1]), wie die drüsigen mit Chloragogenzellen erfüllten Wucherungen am Rückengefässe der *Lumbriculiden* (vergl. die Pericardialdrüse der Mollusken) und ähnliche Gebilde bei *Terebella*, *Arenicola*, *Mastobranchus* etc. Die dunkelkörnige Concremente enthaltenden Zellen dieser Anhänge lösen sich ab und werden durch die Nephridien nach aussen geführt. Die Leibesflüssigkeit mit ihren lymphoiden Zellen besitzt auch eine nutritive Bedeutung und kann bei Ausfall des Blutgefässsystems das Blut vertreten. In diesem Falle sind die Zellen derselben roth gefärbt und haemoglobinhaltig (*Glycera*, *Capitella*, *Polycirrus*).

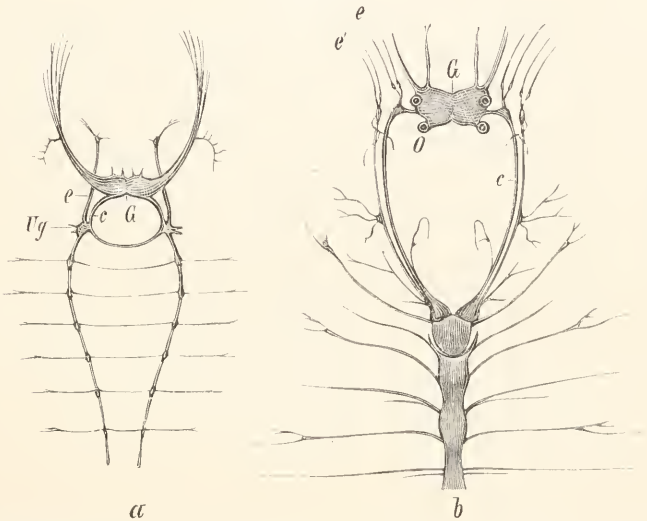
Besondere *Respirationsorgane* fehlen sämmtlichen *Oligochaeten*. Bei den Meereswürmern treten dagegen ziemlich allgemein Kiemen meist als Anhangsgebilde der Fussstummel auf. Dieselben sind entweder einfache Cirren, welche Flimmerhaare auf der Oberfläche ihrer zarten Wandung tragen und Blutgefässschlingen aufgenommen haben, oder verästelte (*Amphinome*), beziehungsweise kammförmige (*Eunice*) Schläuche, neben denen noch besondere Cirren sich erheben. (Fig. 304.) Bald sind die Kiemen auf die mittleren Segmente beschränkt (*Arenicola*) (Fig. 380), bald an fast allen Segmenten, nach dem hinteren Körperende sich vereinfachend, an der Rückenfläche entwickelt (*Dorsibranchiata*). Bei den Röhrenbewohnern beschränken sich die Kiemen auf die zwei (*Pectinaria*, *Sabellides*) oder drei (*Terebella*) vordersten Segmente. (Fig. 376.) Es fungiren aber zugleich zahlreiche büschelförmig gehäufte und verlängerte Fühler des Kopfabschnittes, welche bei den *Sabelliden* sogar durch ein beson-

[1]) Vergl. ausser Vejdovsky, Eisig, E. Meyer l. c., C. Grobben, Die Pericardialdrüse der chaetopoden Anneliden nebst Bemerkungen über die perienterische Flüssigkeit derselben. Sitzungsberichte der k. Akad. der Wiss. Wien, 1888.

deres Knorpelskelet gestützt und mit secundären Zweigen federbuschartig besetzt sein können, als Kiemen (*Capitibranchiata*). Entweder stehen diese Fäden einfach im Kreise um die Mundöffnung herum oder in zwei Seitengruppen geordnet (*Serpuliden*), deren Basis sich nicht selten in eine Spiralplatte auszieht. Solche Kiemenbildungen dienen aber zugleich zum Tasten, zur Herbeischaffung der Nahrung und zum Aufbau der Röhren und Gehäuse.

Als *Excretionsorgane* finden sich oft in allen Metameren paarige Nephridien, *Segmentalorgane*. Dieselben beginnen mittelst eines Wimpertrichters in der Leibeshöhle (Coelom), besitzen eine drüsige Wandung, nehmen einen mehrfach gewundenen Verlauf und münden rechts und links je in einem seitlichen Porus des Segmentes aus. Wie die Drüsengänge überhaupt auch zur Ausführung von

Fig. 372.



Gehirn und vorderer Abschnitt der Ganglienkette *a* von *Serpula*, *b* von *Nereis*, nach Quatrefages. *O* Augen, *G* Gehirnganglion, *c* Schlundcommissur, *Ug* unteres Schlundganglion, *e e'* Nerven für die Cirri tentaculares, beziehungsweise des Mundsegments.

Excretionsstoffen der Leibeshöhle (Chloragogenzellen) dienen, so werden dieselben bei den marinen Borstenwürmern zur Brunstzeit in den Genitalsegmenten als Eileiter oder Samenleiter verwendet, um die in der Leibeshöhle freigewordenen Geschlechtsproducte nach aussen zu schaffen.

Von besonderen Drüsen im Körper der Chaetopoden verdienen vor Allem diejenigen Hautdrüsen der Oligochaeten erwähnt zu werden, welchen die als Gürtel bekannte Auftreibung mehrerer Segmente ihren Ursprung verdankt. Das Secret dieser Drüsen mag die innige Verbindung der sich begattenden Würmer unterstützen. Ferner kommen bei den *Serpuliden* zwei grosse, auf der Rückenfläche des Vorderkörpers mündende Drüsen vor, deren Secret zur Bildung der Röhren, in welchen die Thiere leben, verwendet wird. (Fig. 379 *Dr.*)

Was das *Nervensystem* anbelangt, so lagern oft die Längsstränge des Bauchmarkes so dicht aneinander, dass sie einen einzigen Strang zu bilden

scheinen (*Oligochaeten*), weichen dagegen bei den Röhrenwürmern merklich, am meisten im vorderen Abschnitte der Ganglienkette auseinander (*Serpula*). (Fig. 372 *a*.) Das System von Eingeweidenerven besteht aus paarigen und unpaarigen Ganglien, welche die Mundregion und vornehmlich den vorstülpbaren Rüssel versorgen.

Von *Sinnesorganen* sind ein oder zwei *Augenpaare* auf der Oberfläche des Stirnlappens sehr verbreitet. Augenflecken können freilich auch am hinteren Körperende liegen (*Fabricia*), oder an den Seiten aller Segmente sich regelmässig wiederholen (*Polyophthalmus*). Selbst auf den Kiemenfäden finden sich bei *Sabella*-Arten Pigmentflecken mit lichtbrechenden Körpern angebracht. Am höchsten entwickelt, mit einer grossen Linse und einer complicirten Retina versehen, sind die grossen Kopfaugen der Gattung *Alciope* [1]).

Beschränkter erscheint das Vorkommen von *Gehörorganen*, welche als paarige Otolithenblasen am Schlundringe von *Arenicola*, *Fabricia*, einigen *Sabelliden* und jungen *Terebellen* vorkommen. Seitliche Wimpergruben, welche den durch Längsspalten ausmündenden Kopfgruben der Nemertinen entsprechen dürften, sind bei zahlreichen Polychaeten nachzuweisen und als *Geruchsorgane* gedeutet worden. Verschieden sind von diesen die becherförmigen, in Gruben der Haut, am Mundrande, auch in der Mundhöhle eingelagerten, ferner die als Seitenorgane an den Segmenten sich wiederholenden Haufen von Sinneszellen, welche man theilweise wenigstens als Geschmacksorgane deutet (*Capitellen*, *Lumbriciden*, *Chaetogastriden* etc.). Ausser den Fühlern, Cirren und Elytren kann auch die Hautoberfläche an anderen Körperstellen zum Sitze einer Tastempfindung werden. An solchen Stellen sind entweder starre Härchen und Borsten als Fortsätze von Sinneszellen, Tastzellen verbreitet, oder es finden sich wie bei *Sphaerodorum* besondere Tastwärzchen mit Nervenenden.

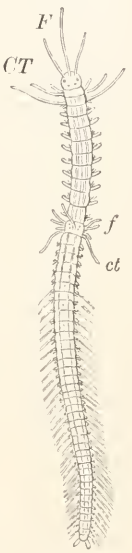
Bei kleineren Chaetopoden kommt zuweilen eine ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Sprossung und Theilung vor. Entweder (fissipare Fortpflanzung) geht eine grössere Segmentreihe aus dem ursprünglichen Körper eines Wurmes in den Leib eines Sprösslings über, z. B. bei *Syllis prolifera*, wo sich durch eine einfache Quertheilung eine Reihe der hinteren, mit Eiern gefüllten Segmente ablöst, nachdem vor denselben ein neuer Kopf gebildet wurde, oder (gemmipare Fortpflanzung) es ist nur ein einziges und gewöhnlich das letzte Segment, welches zum Ausgangspunkt der Neubildung eines zweiten Individuums wird. In dieser Weise verhält sich die als *Autolytus prolifer* bekannte Syllidee, welche zugleich ein Beispiel von Generationswechsel bietet und ausschliesslich als Amme durch Knospung in der Längsachse die als *Sacconereis helgolandica* (Weibchen) und als *Polybostrichus Mülleri* [2]) (Männchen) bekannten Geschlechts-

[1]) R. Greeff, Ueber das Auge der Alciopiden etc. Marburg, 1876, sowie Untersuchungen über die Alciopiden. Nov. Act. der K. Leop. Car. Akad. etc., Tom. XXXIX, Nr. 2.

[2]) Vergl. ausser den Untersuchungen O. Fr. Müller's, Quatrefages', Leuckart's, Krohn's besonders A. Agassiz, On alternate generation of Annelids and the embryology of Autolytus cornutus. Boston. Journ. Nat. Hist., Vol. III, 1863.

thiere erzeugt. (Fig. 373.) Hier bildet sich vor dem Schwanzende der Amme eine ganze Reihe von Segmenten, welche nach Bildung eines Kopfabschnittes ein neues Individuum zusammensetzen. Indem sich dieser Vorgang wiederholt, entsteht eine zusammenhängende Kette von Individuen, welche nach ihrer Trennung die Geschlechtsthiere vorstellen. Auch bei Süsswasser bewohnenden *Naideen*, bei *Chaetogaster*, kommt es durch eine gesetzmässige Sprossung in der Längsachse zur Bildung von Ketten, die nicht weniger als 12—16, freilich nur viergliedrige Individuen enthalten, während die letztern zur Zeit der Geschlechtsreife aus einer grösseren Zahl von Segmenten bestehen. Aehnlich verhält sich auch die schon von O. Fr. Müller beobachtete Vermehrungsart von *Nais proboscidea*, aus deren letztem Segment der Leib des neu zu bildenden Sprösslings erzeugt wird. Indessen werden Mutter- und Tochterindividuen von *Nais* in gleicher Weise geschlechtsreif.

Fig. 373.



Autolytus cornutus mit dem männlichen Thiere (*Polybostrichus*), nach A. Agassiz. *F* Fühler, *CT* Cirri tentaculares, *f* Fühler, *ct* Cirri tentaculares des Männchens.

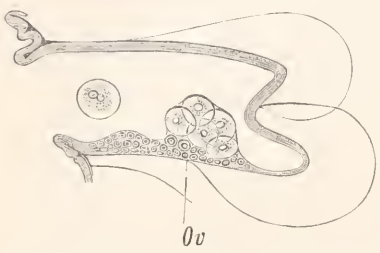
Die Chaetopoden sind mit Ausnahme der hermaphroditischen *Oligochaeten* und einzelner *Serpuliden* (z. B. *Spirorbis spirillum*, *Protula Dysteri*) getrennten Geschlechtes. Männliche und weibliche Individuen erscheinen zuweilen im Bau der Sinnes- und Bewegungsorgane so auffallend verschieden, dass man sie für Arten sogar verschiedener Gattungen gehalten hat. Ausser der bereits erwähnten *Sacconereis* und *Polybostrichus*, zu denen noch *Autolytus* als Ammenform gehört, ward ein ähnlicher Dimorphismus des Geschlechtes von Malmgren für die *Lycoriden*gattung *Heteronereis* nachgewiesen, deren Männchen und Weibchen eine verschiedene Körpergestalt und Segmentzahl besitzen. Ueberdies gehört *Heteronereis* in den Entwicklungskreis von *Nereis*, für welche Gattung eine merkwürdige Heterogonie besteht, indem eine kleinere, an der Oberfläche schwimmende Generation mit einer grösseren schwerfälligen, auf dem Boden in der Tiefe lebenden wechselt.

Bei den *Oligochaeten* findet sich im Körper ein zum Theil hochentwickelter Geschlechtsapparat. Die Ovarien und Hoden liegen hier in ganz bestimmten Segmenten und entleeren ihre Producte durch Dehiscenz der Wandung in die Leibeshöhle. Oft sind neben den Segmentalorganen Ausführungsgänge vorhanden, welche die Geschlechtsproducte nach aussen leiten (*O. terricolae*), in anderen Fällen fehlen die Segmentalorgane in diesen Segmenten (*O. limicolae*). Bei den marinen Borstenwürmern entstehen die Eier oder Samenfäden an der Leibeswandung (Fig. 374) aus Zellen der peritonealen Membran, entweder nur in den vorderen Segmenten, oder in der gesammten Länge des Körpers. Die Geschlechtsstoffe werden dann in der Leibeshöhle frei, erlangen hier ihre volle Reife und treten durch die Segmentalorgane nach aussen. Nur wenige Borstenwürmer, wie z. B. *Eunice* und *Syllis vivipara*, gebären lebendige Junge, alle übrigen sind Eier legend; viele legen

die Eier in zusammenhängenden Gruppen ab und tragen sie mit sich herum, während dieselben von den *Oligochaeten* in Cocons abgesetzt werden. Die Entwicklung des Embryos erfolgt nach vorausgegangener inaequaler Dotterklüftung. Wohl allgemein differenzirt sich, wenn auch zuweilen erst während des freien Lebens, ein Primitivstreifen an der Bauchseite in Folge der Entwicklung eines mittleren Keimblattes und von Neuralplatten des Ectoderms.

Mit Ausnahme der Oligochaeten durchlaufen die Jugendformen eine Metamorphose und erweisen sich nach dem Ausschlüpfen als bewimperte, mit Mund und Darm versehene Larven, deren Grundform, die Lovén'sche Larve, in zahlreichen Modificationen auftritt.

Fig. 374.



Ein Parapodium von *Tomopteris* mit Eizellenlager und einem freien Ei, nach C. Gegenbaur.

Die Fähigkeit, verloren gegangene Theile, insbesondere das hintere Körperende und verschiedene Körperanhänge wieder zu erzeugen, scheint allgemein verbreitet. Selbst den Kopf und die vorderen Segmente mit Gehirn, Schlundring und Sinnesapparaten sind sowohl die *Lumbricinen*, als einzelne Meereswürmer (*Diopatra*, *Lycaretus*) wieder zu ersetzen im Stande.

Fossile Reste von Borstenwürmern finden sich vom Silur an in den verschiedensten Formationen.

1. Ordnung. **Polychaetae** [1]**, Polychaeten.**

Marine Chaetopoden mit zahlreichen in Fussstummeln eingelagerten Borsten, meist mit wohl gesondertem Kopf, mit Fühlern, Cirren und Kiemen. Sind vorwiegend getrennt geschlechtlich und entwickeln sich mittelst Metamorphose.

Die schärfere Sonderung des aus Stirnlappen und Mundsegment zusammengesetzten Kopfes, das Auftreten von Fühlern, Fühlercirren und Kiemen, sowie die Einlagerung von Borsten in ansehnliche, als Ruder fungirende Fusshöcker weisen auf die höhere Lebensstufe der marinen Borstenwürmer hin, wenn sich auch die innere Organisation keineswegs complicirter als die der Oligochaeten gestaltet. Indessen können alle jene Merkmale mehr und mehr zurücktreten oder vollständig verschwinden, so dass es schwer wird, eine scharfe Grenze zwischen Oligochaeten und Polychaeten festzustellen. Sowohl

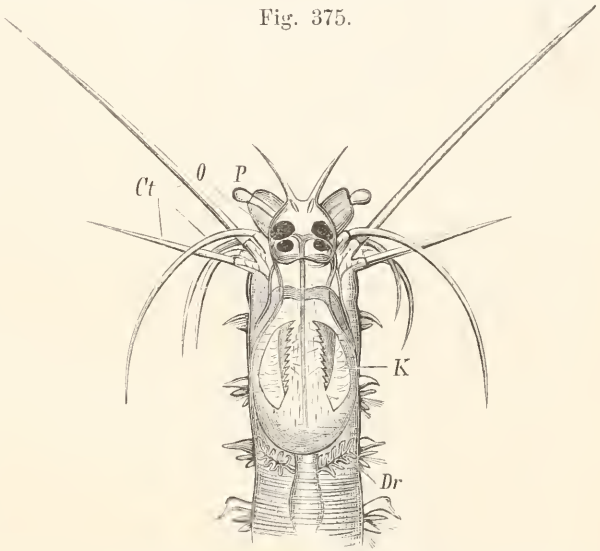
[1] Audouin et Milne Edwards, Classification des Annélides et description des celles qui habitent les côtes de la France. Annales des sc. nat., Tom. XXVII—XXX, 1832—1833. Delle Chiaje, Descrizioni e notomia degli animali senza vertebre della Sicilia citeriore. Napoli, 1841. Quatrefages, Histoire naturelle des Annéles. Tom. I und II, 1865; sowie die zahlreichen Schriften von E. Grube und E. Claparède, H. Eisig, E. Meyer u. A.

die Fussstummel (*Capitelliden*), als auch die Borsten können wegfallen (*Tomopteriden*).

In seltenen Fällen sind Borstenbündel in allen auf den Kopf folgenden Segmenten vorhanden, jedoch einzeilig geordnet und an jedem Segmente einem einzigen ventralen, retractilen Parapodienpaar eingelagert. Wahrscheinlich repräsentirt dieses für *Saccocirrus* und Verwandte nachgewiesene Verhalten den primitiven Zustand, zumal hier gleichzeitig in der Gestaltung des ausserhalb des Hautmuskelschlauches dem Ectoderm anliegenden Nervensystems und der auf zwei einfache Tentakeln des Kopflappens und auf Flimmergruben reducirten Sinnesorgane niedere und ursprünglichere Verhältnisse vorliegen.

Bei zwei anderen sehr merkwürdigen Wurmformen, bei *Polygordius* (Fig. 365 *d*) und *Protodrilus*, fehlen nicht nur Fussstummel und Borsten, sondern auch die äussere Leibesgliederung. Die Segmentirung des äusserlich einfachen ungegliederten und borstenlosen Wurmes ist durchaus auf die innere Organisation beschränkt und insofern allen anderen Anneliden gegenüber eine *vollkommen homonome*, als sich der Oesophagus auf den Kopfabschnitt beschränkt und noch nicht in die vorderen Rumpfsegmente hineingerückt erscheint. Da ferner auch das Nervencentrum in seiner ganzen Ausdehnung dem Ectoderm angehört, das Gehirn seine ursprüngliche, der Scheitelplatte entsprechende Lage am Vorderende bewahrt, und der Bauchstrang noch keine Ganglienkette darstellt, erscheint in diesen Formen die ursprüngliche Gestaltung der Anneliden bleibend erhalten. B. Hatschek hat daher für dieselben eine besondere Classe der *Archianneliden* aufgestellt.

Fig. 375.

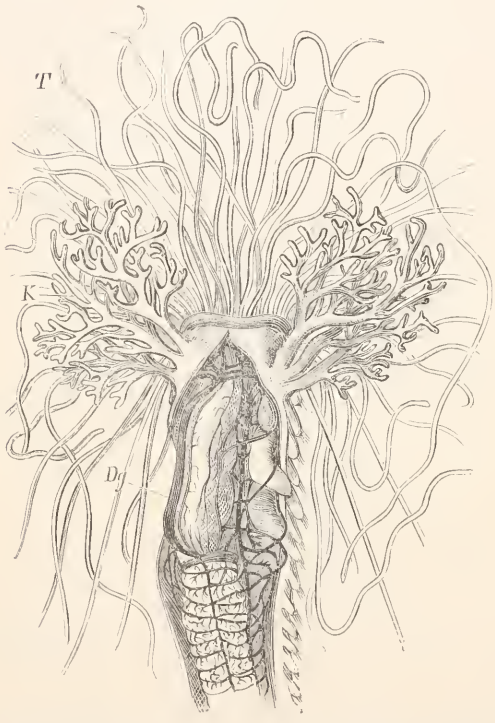


Kopf und vordere Rumpfsegmente von *Nereis Dumerilii*, nach E. Claparède. *O* Augen, *P* Palpen, *Ct* Cirri tentaculares, *K* Schlundkiefer, *Dr* Anhangsdrüse des Darmes.

Complicirt gestaltet sich das Gefässsystem bei den Polychaeten durch das Auftreten von Kiemen, welche mit Gefässzweigen versorgt werden. Bei den Polychaeten mit Rückenkiemen ziehen vom dorsalen Gefässstamm Gefässzweige zu den Kiemen, aus denen das Blut durch besondere Aeste zum Bauchgefäss geleitet wird. Wo sich hingegen, wie bei den Röhren bewohnenden Kopfkiemern, der Athmungsapparat auf wenige Segmente concentrirt, erfährt der betreffende

Gefässabschnitt bedeutendere Modificationen. Bei den *Terebellen* (Fig. 376) erweitert sich der Dorsalstamm oberhalb des Munddarmes zu einem schlauchförmigen Kiemenherzen, welches Seitengefässe in die Kiemen entsendet. Auch können an solchen Stellen Querschlingen zwischen Rücken und Bauchgefäss als herzartige Abschnitte fungiren, wie solches auch bei den Oligochaeten häufig nachweisbar ist. Uebrigens erfährt das Gefässsystem in manchen Fällen bedeutende Reductionen und fehlt bei *Glycera*, *Capitella* und *Polycirrus*, wo das Blut durch die periviscerale Flüssigkeit ersetzt wird.

Fig. 376.



Terebella nebulosa, von der Rückenseite geöffnet, nach M. Edwards. *T* Tentakeln, *K* Kiemen, *Dg* vorderer Abschnitt des Dorsalgefässes (Herz).

Die bleibenden Nephridien sind in manchen Familien auf gewisse Regionen oder einzelne Segmente beschränkt, so z. B. bei den *Terebelliden* auf die sogenannte Thoracalregion, welche durch ein Dissepiment in eine vordere und hintere getrennt wird. In jener sind die Nephridien Segmentalorgane, in dieser dienen sie zur Abführung der Geschlechtsstoffe.

Die *Geschlechtsorgane* sind im Gegensatz zu den hermaphroditischen Oligochaeten meist auf verschiedene, zuweilen abweichend gestaltete Individuen vertheilt. Indessen sind auch eine Anzahl hermaphroditischer Polychaeten, vornehmlich aus den Serpulidengattungen, z. B. *Spirorbis, Protula*, bekannt geworden.

Die Entwicklung [1]) ist im Gegensatze zu den *Oligochaeten* stets mit einer Metamorphose verbunden. Die Dotterklüftung ist ähnlich wie bei den *Hirudineen* in der Regel eine ungleichmässige, und schon die beiden ersten Klüftungskugeln zeigen eine ungleiche Grösse. Die kleinere, rascher sich klüftende (animale) Hälfte liefert die kleineren Furchungskugeln, welche die grösseren, aus der Klüftung der grösseren Hälfte hervorgegangenen entodermalen Kugeln umwachsen und einschliessen. Das mittlere Keimblatt wird durch zwei Zellen angelegt, welche zwei sich später in Metameren gliedernde,

[1]) A. Goette, Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte der Würmer. Leipzig, 1882, III. W. Salensky. Études sur le développement des Annélides. Arch. de Biol., Tom. III—IV, 1882—1883.

ventrale Streifen erzeugen. Unterhalb dieser entsteht aus einer Verdickung des äusseren Blattes die Anlage des Nervensystems. Die Entwicklung dieser streifenförmigen Anlage (Primitivstreifen) fällt bei den Polychaetenembryonen oft erst in eine Zeit, wenn der Embryo als Larve ein freies Leben zu führen begonnen hat.

An den frei umherschwärmenden Larven sind die Wimperhaare selten über den ganzen Körper zerstreut (*Atrocha*)[1]. Meist erscheinen dieselben auf Wimperreifen beschränkt und entweder wie bei der Lovén'schen Larve in einiger Entfernung vom vorderen Körperende als Segelwulst oberhalb des Mundes (*Cephalotrocha*, *Polynoëlarve*) oder als doppelte Wimperreifen an den entgegengesetzten Körperenden entwickelt (*Telotrocha*, *Spio-* und *Nephthys*larve). Zu beiden Wimperreifen können aber noch Wimperbogen am Bauche (*Gastrotrocha*) oder zugleich auch am Rücken (*Amphitrocha*) hinzukommen. In anderen Fällen umgürten ein oder mehrere Wimperreifen die Mitte des Leibes (*Mesotrocha*), während die endständigen Reifen fehlen (*Telepsavus-Chaetopterus*larve. (Fig. 377.) Dazu gesellen sich bei vielen Larven noch lange provisorische Borsten, die später durch die bleibenden verdrängt werden (*Metachaeten*). Trotz der grossen Verschiedenheit der Körpergestaltung lassen sich die Chaetopodenlarven auch ihrer weiteren Entwicklung nach auf die Lovén'sche Larve zurückführen.

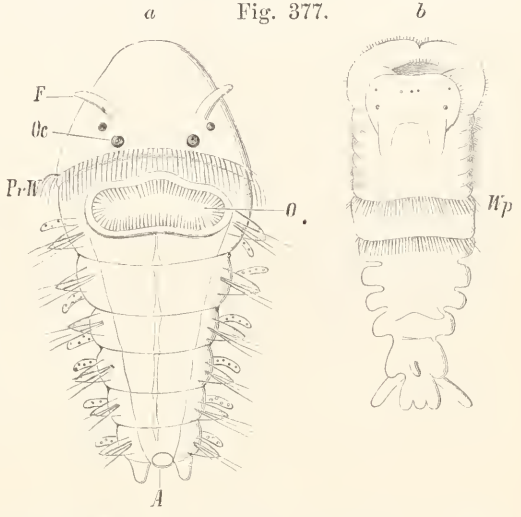


Fig. 377.

Polychaetenlarven, nach Busch. *a Nereis*-Larve. *F* Fühler, *Oc* Augen, *PrW* praeoraler Wimperkranz, *O* Mund, *A* After. — *b* Mesotroche *Chaetopterus*-Larve, *Wp* Wimperkranz.

Relativ wenige Formen, wie z. B. die durchsichtigen *Alciopiden*, halten sich an der Oberfläche des Meeres auf, die meisten bewohnen die Region der Küsten. Zahlreiche Formen gehen in die Tiefe hinab. Manche haben die Fähigkeit, ein intensives Licht auszustrahlen, so besonders Arten der Gattung *Chaetopterus*, deren Antennen und Körperanhänge leuchten. Ebenso leuchten die Elytren von *Polynoë*, die Tentakeln von *Polycirrus* und die Haut einiger *Syllideen*. Panceri[2]) hat den Sitz der Lichtproduction in einzelligen Hautdrüsen nachgewiesen, deren Zusammenhang mit Nerven bei *Polynoë* erkannt wurde.

1. Unterordnung. *Errantia. Freischwimmende Raubpolychaeten.* Der Kopflappen bleibt stets selbstständig und bildet sich zugleich mit dem Mund-

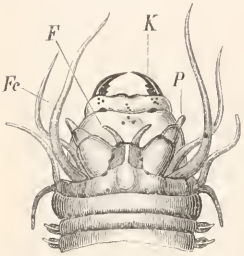
[1]) Vergl. E. Claparède und E. Metschnikoff, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Chaetopoden. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XIX, 1869.

[2]) Panceri, La luce e gli organi luminose di alcuni annelidi. Atti della R. Acad. scienz. fis. e mat. di Napoli. 1875.

segment zu einem wohlgesonderten Kopfabschnitt aus, welcher Augen, Fühler, und meist auch Fühlercirren trägt. Die Extremitätenstummel sind umfangreich und dienen mit ihren sehr mannigfach gestalteten Borstenbündeln als Ruder. Der vordere Theil des Schlundes ist als Rüssel vorstülpbar und zerfällt in mehrere Abschnitte; entweder ist derselbe nur mit Papillen und Höckern besetzt, oder er birgt auch einen kräftigen, beim Vorstülpen an die Spitze tretenden Kieferapparat. (Fig. 378.) Kiemen können fehlen, in der Regel jedoch treten dieselben als kammförmige oder dendritische Schläuche an den Parapodien auf (*Dorsibranchiata*). Die Errantien ernähren sich vom Raube (*Rapacia*) und schwimmen frei im Meere, bewohnen aber auch zeitweilig dünnhäutige Röhren.

Fam. *Aphroditidae*. An den Fussstummeln des Rückens breite Schuppen (*Elytren*) (Fig. 370), welche meist alternirend, oft nur am Vorderkörper, den Segmenten aufsitzen. Kopflappen mit Augen, mit einem unpaaren und meist mit zwei seitlichen Stirnfühlern, zu denen noch zwei stärkere seitliche untere Fühler (Palpen Kinb.) hinzukommen. Rüssel cylindrisch, vorstülpbar, mit zwei oberen und zwei unteren Kiefern. *Aphrodite aculeata* Lin. Rücken mit Haarfilz. Augen sitzend. Borsten der Bauchstummeln zahlreich. Atlantischer Ocean und Mittelmeer. *Hermione hystrix* Quatr. Augen gestielt. Nordsee und Mittelmeer. *Polynoë scolopendrina* Sav., Ocean und Mittelmeer. *P.* (*Acholoë*) *asterícola* Delle Ch., lebt in den Ambulacralrinnen von Astropecten.

Fig. 378.



Nereis margaritacea. Kopf mit vorgestülptem Kieferapparat des Schlundes von der Rückenseite, nach M. Edwards. *K* Kiefer, *F* Fühler, *P* Palpen, *Fc* Fühlercirren.

Fam. *Eunicidae*. Leib sehr lang, aus zahlreichen Segmenten zusammengesetzt. Kopflappen mit mehreren Fühlern. (Fig. 304.) Fussstummel meist einästig, selten zweiästig, gewöhnlich mit Bauch- und Rückencirren nebst Kiemen. Ein aus mehreren Stücken zusammengesetzter Oberkiefer und ein aus zwei Platten bestehender Unterkiefer liegen in einem Sacke, Kiefersack, auf dessen Rückenfläche das Schlundrohr verläuft. *Staurocephalus vittatus* Gr., *Halla* (*Lysidice*) *parthenopeia* Delle Ch., Neapel. *Diopatra neopolitana* Delle Ch., Neapel. *Eunice Harassii* Aud. Edw.

Fam. *Nereidae* = *Lycoridae*.[1]) Der gestreckte Körper aus zahlreichen Segmenten zusammengesetzt. Kopflappen mit zwei Fühlern, zwei Palpen und vier Augen. (Fig. 378.) Erstes Segment ruderlos, mit zwei Paar Fühlercirren jederseits. Ruder ein- oder zweiästig, mit Rücken und Bauchcirren, mit zusammengesetzten Borsten. Rüssel meist mit Kieferspitzen besetzt, stets mit zwei Kiefern. *Nereis Dumerilii* Aud. Edw. (Fig. 375), franz.-engl. Küste, mit der dazugehörigen *Heteronereis fucicola* Oerst., *N. cultrifera* Gr., Mittelmeer. *N. fucata* Sav., Nordsee. Die früher als *Heteronereis* Oerst. unterschiedene Form weicht von *Nereis* durch die bedeutende Grösse des Kopflappens und der Augen, sowie durch die ausserordentliche Entwicklung der Ruder und die abnorme Bildung der hinteren Körperregion ab, gehört indess mit *Nereis* und *Nereilepas* in den gleichen Generationskreis.

Fam. *Glyceridae*. Körper schlank, aus zahlreichen geringelten Segmenten zusammengesetzt. Kopflappen kegelförmig, geringelt, mit vier kleinen Fühlern an der Spitze und zwei Palpen an der Basis. Rüssel weit vorstülpbar, mit vier starken Kieferzähnen. Die Zellen der Leibeshöhlenflüssigkeit (Coelomflüssigkeit) stellen rothe Blutkörperchen dar; ein besonderes Gefässsystem fehlt. *Glycera capitata* Oerst., Nordsee.

[1]) Vergl. E. Grube, Die Familie der Lycorideen. Jahresber. der Schlesischen Gesellschaft, 1873.

Fam. *Syllidae*. Körper gestreckt und abgeplattet. Kopf meist mit drei Fühlern und zwei bis vier Fühlercirren. (Fig. 373.) Der vorstülpbare Rüssel besteht aus einer kurzen Rüsselröhre, einer durch Cuticularbildung starren Schlundröhre und einem darauf folgenden, mit ringförmigen Punktreihen gezeichneten Abschnitt. Im Kreise derselben Art treten zuweilen verschiedene Formen als Geschlechtsthiere und als Ammen auf. Viele tragen die Eier bis zum Ausschlüpfen der Jungen mit sich umher. *Syllis vittata* Gr., im Mittelmeer. *Odontosyllis gibba* Clap., Normandie. *Autolytus prolifer* O. Fr. Müll., Ammenform. (Fig. 373.) Das Männchen als *Polybostrichus Mülleri* Kef., das Weibchen als *Sacconereis helgolandica* Müll. beschrieben. *Sphaerodorum peripatus* Gr., Mittelmeer.

Fam. *Phyllodocidae*. Körper mit zahlreichen Segmenten. Kopflappen nur mit Fühlern und Augen. Ruder unbedeutend, mit blattförmigem Rücken- und Bauchcirrus. Rüssel aus einer langen, meist papillentragenden Rüsselröhre und einem gestreckten, dickwandigen Endabschnitt gebildet. *Phyllodoce lamelligera* Johnst., Quarnero. *Eulalia* Sav.

Fam. *Alciopidae* (*Alciopea*). Körper glashell, Kopf mit zwei grossen, halbkugelig vorspringenden Augen. Bauch- und Rückencirren blattartig. Rüssel vorstülpbar mit dünnhäutiger Rüsselröhre und dickwandigem Endabschnitt, an dessen Eingang zwei hakenförmige Papillen stehen. Die Larven leben zum Theil parasitisch in Cydippiden. *Alciopa Cantrainii* Delle Ch., Neapel.

Fam. *Tomopteridae* (*Gymnocopa*). Kopf wohlgesondert, mit zwei Augen, zwei Kopflappen und vier Fühlern, von denen zwei bei vielen Arten nur im Jugendzustande vorhanden sind. Mundsegment mit zwei langen Fühlercirren, die durch eine kräftige innere Borste gestützt werden. Mund ohne Rüssel und Kieferbewaffnung. Die Segmente tragen mächtige, aber borstenlose, zweilappige Fusshöcker. *Tomopteris scolopendra* Kef., Mittelmeer. *T. onisciformis* Esch., nördliche Meere, Helgoland.

Eine durch Parasitismus veränderte kleine Polychaetengruppe wird durch die Gattung *Myzostoma* F. S. Lkt.[1]) repräsentirt, über deren Stellung bisher sehr verschiedene Ansichten ausgesprochen worden sind. Es sind kleine scheibenförmige Schmarotzer der Comatuliden mit weicher, überall flimmernder Körperbedeckung, mit vier Paaren seitlich gestellter Saugnäpfe an der Bauchfläche, mit einem vorstreckbaren papillentragenden Rüssel am Vorderende und einem verästelten Darmcanal, welcher am hinteren Körperende ausmündet. An den Seiten des Körpers erheben sich fünf Paare kurzer, je einen Haken (mit ein bis drei Ersatzhaken) nebst Stützborste einschliessender Fusshöcker. In der Regel finden sich am Körperrande doppelt so viel Cirren oder kurze walzenförmige Vorsprünge. Blutgefässe, sowie Nephridien werden vollständig vermisst. Die Thiere sind Zwitter. *M. glabrum*, *cirriferum* F. S. Lkt.

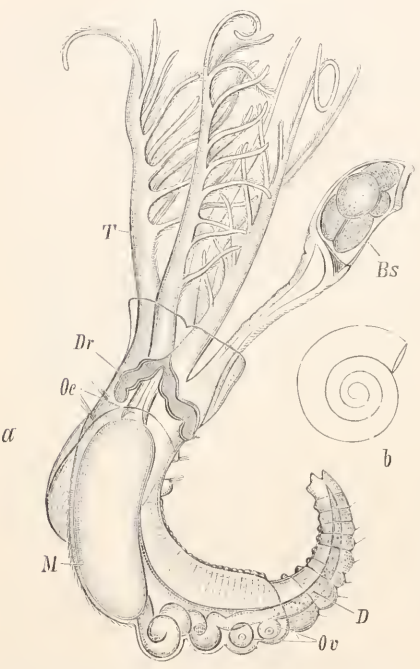
2. Unterordnung. *Sedentaria*[2]) = *Tubicolae*, *Röhrenbewohner*. Mit undeutlich gesondertem Kopf und kurzem, meist nicht vorstülpbarem Rüssel, ohne Kieferbewaffnung. Die Kiemen können vollständig fehlen, in vielen Fällen sind dieselben auf die zwei oder drei auf den Kopf folgenden vordersten Segmente beschränkt, stehen ausnahmsweise auch am Rücken der mittleren Leibesringe (*Arenicolidae*), werden in der Regel aber zugleich durch zahlreiche fadenförmige Fühler und Fühlercirren des Kopfes (*Capitibranchiata*) vertreten, von denen einer oder mehrere an der Spitze einen Deckel zum Verschluss der Röhre bilden können. (Fig. 379.) Die kurzen Fussstummel sind niemals wahre Ruder, die oberen tragen meist Haarborsten, die unteren sind Querwülste mit Hakenborsten oder Hakenplatten. Augen fehlen sehr häufig, in anderen Fällen

[1]) L. v. Graff, Das Genus Myzostoma. Leipzig, 1877.

[2]) F. Claparède, Recherches sur la structure de Annélides sédentaires. Génève, 1873.

sind sie in doppelter Zahl am Kopf oder am Endsegment, zuweilen selbst an den Tentakelkiemen und dann stets in grosser Zahl vorhanden. Oft zerfällt der Rumpf in zwei (Thorax und Abdomen) oder auch in drei Regionen, deren Segmente sich durch verschiedenen Umfang auszeichnen. Die Sedentaria leben in mehr oder minder festen, eigens gebauten Röhren und ernähren sich von vegetabilischen Stoffen, die sie mittelst des Tentakelapparates herbeischaffen. Bei der Röhrenbildung sind den Thieren die langen Fühler oder Kiemenfäden des Kopfes in verschiedener Weise behilflich, wie z. B. die *Sabelliden* den fein vertheilten Schlamm durch die Cilien der Fäden im trichterförmigen Grunde des Kiemenapparates anhäufen, mit einem aus grossen Drüsen ausgeschiedenen Kittstoff vermischen und dann auf den Rand der Röhre übertragen sollen, während die *Terebelliden* mit ihren langen, äusserst dehnbaren Fühlerfäden Sandkörnchen zum Baue der Röhre herbeiziehen. Auch gibt es Bohrannelliden, welche Kalksteine und Muschelschalen nach Art der lithophagen Weichthiere durchsetzen, z. B. *Sabella saxicola* etc.

Fig. 379.



Spirorbis laevis, nach E. Claparède. *a* Das aus der Röhre genommene Thier, stark vergrössert. — *b* Röhre. *T* Tentakeln, *Bs* Brutsack am Deckel, *Dr* Drüse zum Baue der Röhre, *Ov* Eier, *Oe* Oesophagus, *M* Magen, *D* Darm.

Die Entwicklung verhält sich am einfachsten da, wo das Mutterthier zum Schutze der Jungen eine Art Brutpflege ausübt, z. B. *Spirorbis spirillum* Pag., deren Eier und Larven in einer sackartigen Erweiterung des Deckelstiels so lange verweilen, bis die jungen Thiere zum Baue einer Röhre befähigt sind. Die schwärmenden Larven der meisten Tubicolen gestalten sich unter Rückbildung der Flimmerapparate, während die Tentakeln sprossen und Borstenhöcker sich anlegen, zu kleinen Würmern, welche noch längere Zeit, zuweilen in zarten Hülsen, umherschwimmen und allmälig unter Verlust der Augen und Gehörblasen Bau und Lebensweise der Geschlechtsthiere annehmen (*Terebella*).

Fam. *Saccocirridae*. Mit zwei Fühlern am Kopflappen, zwei Augen und ebensoviel Flimmergruben. Nur eine Reihe von retractilen, einfache Borsten umschliessenden Parapodien rechts und links an den Rumpfsegmenten. *Saccocirrus papillocercus* Bobr., Schwarzes Meer und Mittelmeer (Marseille).

Fam. *Arenicolidae*. Kopflappen klein, ohne Fühler. Rüssel mit Papillen besetzt. Verästelte Kiemen an den mittleren und hinteren Segmenten. Bohren im Sande. *Arenicola marina* Lin. (*A. piscatorum* Lam.), Fischerwurm, Nordsee und Mittelmeer. (Fig 380.)

Fam. *Cirratulidae*. Körper rund. Kopf lang, kegelförmig, ohne oder mit zwei Tentakeln. Fussstummel niedrig. Kiemenfäden und Rückenfilamente an einzelnen oder zahlreichen Segmenten. *Cirratulus* (*Audouinia*) *Lamarckii* Aud. Edw., europäische Küsten.

Fam. *Spionidae*. Der kleine Kopflappen zuweilen mit fühlerartigen Vorsprüngen, meist mit kleinen Augen. Mundsegment mit zwei langen, meist mit einer Rinne versehenen Fühlercirren (Fangfühlern). Cirrenförmige Kiemen vorhanden. *Polydora antennata* Clap., Neapel. *Spio seticornis* Fabr. Nordmeere.

Fig. 380.

Arenicola piscatorum (règne animal).

Fam. *Chaetopteridae*. Körper gestreckt, in mehrere ungleichartige Regionen gesondert. Meist zwei oder vier sehr lange Fühlercirren. Rückenanhänge der mittleren Segmente flügelförmig, oft gelappt. Bewohnen pergamentartige Röhren. *Telepsavus Costarum* Clap., Neapel. *Chactopterus pergamentaceus* Cuv., Mittelmeer.

Fam. *Terebellidae*. Körper wurmförmig, vorne dicker. Der dünnere Hinterabschnitt zuweilen als borstenloser Anhang deutlich abgesetzt. Kopflappen vom Mundsegment undeutlich geschieden, häufig mit einem Lippenblatt über dem Munde. Zahlreiche fadenförmige Fühler sitzen meist in zwei Büscheln auf. Nur an wenigen vorderen Segmenten kammförmige oder verästelte, selten fadenförmige Kiemen. (Fig. 376.) Obere Borstenhöcker mit Haarborsten, untere Querwülste oder Flösschen mit Hakenborsten. *Terebella conchilega* Pall., engl. Küste, Mittelmeer. *Ampharete Grubei* Malmgr., Grönland und Spitzbergen. *Pectinaria auricoma* O. Fr. Müll., Nordmeere, Mittelmeer. *P.* (*Lagis*) *Koreni* Malmgr., Mittelmeer. Röhren aus Sandkörnchen gebaut. *Sabellaria* (*Hermella*) *spinulosa* R. Lkt., Helgoland, *Siphonostomum diplochaëtos* Otto, Mittelmeer.

Fam. *Serpulidae*. Körper meist deutlich in zwei Regionen (Thorax, Abdomen) geschieden. Kopflappen mit dem Mundsegment verschmolzen, dieses in der Regel mit einem Kragen versehen. Mund zwischen einem rechten und linken halbkreisförmig oder spiralig eingerollten Blatte, an dessen Vorderrande sich Kiemenfäden erheben. Diese tragen in einfacher oder doppelter Reihe secundäre Filamente, können durch ein Knorpelskelet gestützt und am Grunde durch eine Membran verbunden sein. Bauen lederartige, (*Sabella*) oder kalkige (*Serpula*) Röhren. (Fig. 379.) *Spirographis Spalanzanii* Bis., Neapel. *Sabella penicillus* Lin., Nordmeere. *S. Köllikeri* Clap., Mittelmeer. *Dasychone Lucullana* Delle Ch., Nord- und Mittelmeer. *Protula Rudolphi* Risso, Mittelmeer. *Filigrana implexa* Berk., norwegische und englische Küste. *Serpula norvegica* Gunn., Nordsee und Mittelmeer. *S. contortuplicata* Sav., Mittelmeer. *Spirorbis spirillum* Lin., Ocean. Röhre posthornförmig gewunden.

2. Ordnung. **Oligochaetae** [1]**, Oligochaeten.**

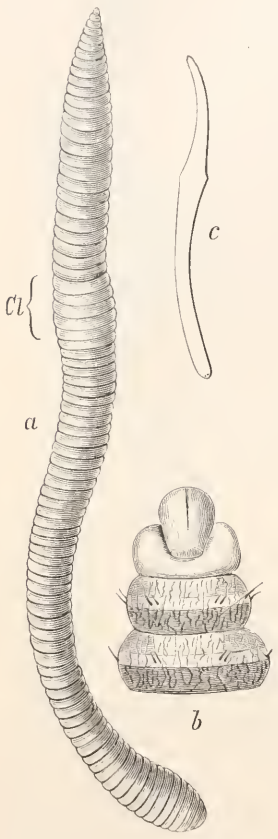
Hermaphroditische Chaetopoden ohne Schlundbewaffnung und Extremitätenstummel, ohne Fühler, Cirren und Kiemen, mit directer Entwicklung.

---

[1]) Ausser den Schriften von W. Hoffmeister, D'Udekem und Anderer vergl.: E. Claparède, Recherches anatomiques sur les Annélides etc., observés dans les Hébrides. Génève, 1860. Derselbe, Recherches anatomiques sur les Oligochètes. Génève, 1862. A. Kowalevski, Embryologische Studien an Würmern und Arthropoden (*Lumbricus, Euaxes*).

Der Kopftheil wird aus dem als Oberlippe vorstehenden Kopflappen und dem Mundsegment gebildet, ohne als gesonderter Abschnitt von den nachfolgenden Segmenten wesentlich abzuweichen. (Fig. 381.) Niemals treten Fühler und Palpen oder Fühlercirren an demselben auf, dagegen erheben sich meist Tastborsten in reicher Zahl und kommen auch eigenthümliche, an Geschmacksknospen erinnernde Sinnesorgane vor. Augen fehlen entweder oder sind einfache Pigmentflecken. Zu den kleineren Drüsenzellen der Hypodermis gesellt sich noch im sogenannten Gürtel oder *Clitellum* eine tiefer gelegene Drüsenschicht (Säulenschicht Clap.), welche aus fein granulirten, in ein pigment- und gefässreiches Bindegewebsgerüst eingebetteten Zellen zwischen Hypodermis und äusserer Muskellage besteht. Die Borsten sind in nur spärlicher Zahl vorhanden und liegen niemals in besonderen Fussstummeln eingepflanzt, sondern stets in einfachen Gruben der Haut. Kleinere Nebenborsten dienen zur Reserve. Das Blut ist meist roth gefärbt.

Fig. 381.



Lumbricus rubellus, nach G. Eisen. *a* Der ganze Wurm. *Cl* Clitellum. *b* Das vordere Körperende von der Bauchseite. *c* Isolirte Borste.

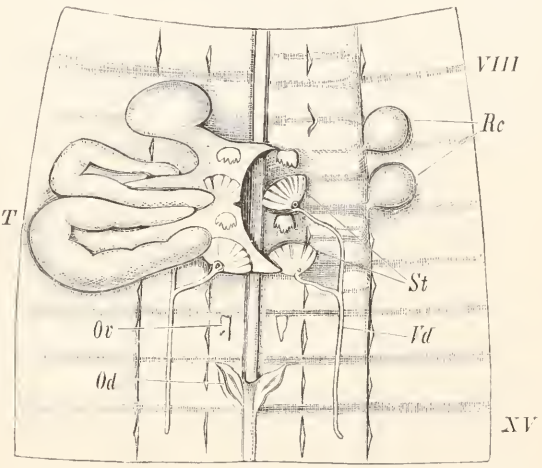
Der Darmcanal zerfällt oft in mehrere Abschnitte, die sich bei den Lumbriciden am complicirtesten verhalten. Auf die Mundhöhle folgt bei *Lumbricus* ein muskulöser Schlundkopf, der wahrscheinlich zum Saugen dient, auf diesen eine lange, bis in das 13. Segment hineinreichende Speiseröhre mit einer dicken Lage von Drüsenzellen und mehreren anhängenden drüsigen Anschwellungen (Kalksäckchen), dann ein Kropf, ein Muskelmagen und endlich der eigentliche Darm, der an seiner Rückenseite eine röhrenförmige Einstülpung, *Typhlosolis* (einer Spiralklappe vergleichbar), bildet. Bei den *Limicolen* verhält sich der Darmcanal einfacher, indem stets der Muskelmagen fehlt; indessen findet sich überall ein Schlundkopf und Oesophagus.

Die Nephridien zeigen das gewöhnliche Verhalten, indem der Trichter vor dem Dissepimente, der schleifenförmig gewundene Canal in dem Segmente hinter dem Dissepimente liegt und mittelst häufig muskulöser Endblase nach aussen mündet. Bei *Chaetogaster* fehlen die Wimpertrichter vollständig.

Petersburg, 1861. B. Hatschek, Studien über Entwicklungsgeschichte der Anneliden. Wien, 1878. F. Vejdovsky, Beiträge zur vergleichenden Morphologie der Anneliden. I. Monographie der Enchytraeiden. Prag, 1879. Derselbe, System und Morphologie der Oligochaeten. Prag, 1884.

Die Oligochaeten sind Zwitter, setzen ihre Eier einzeln oder in grösserer Zahl vereint in Kapseln ab und entwickeln sich ohne Metamorphose. Die meist in ein oder zwei Paaren vorhandenen Hoden und die stets nur in einem Paare auftretenden Eierstöcke liegen in bestimmten Leibessegmenten meist dem vorderen Körperende genähert und entleeren ihre Producte durch Bersten in die Leibeshöhle, aus welcher sie durch trichterförmig beginnende Ausführungsgänge, neben denen die Segmentalorgane der betreffenden Segmente erhalten sein können (*Lumbriciden*), nach aussen gelangen. In einigen Fällen sind es einfache Poren, durch welche die Eier entleert werden (*Enchytraeus*, *Chaetogaster*). Beim Regenwurm, dessen Geschlechtsorgane von E. Hering zuerst genau beschrieben wurden, besteht der weibliche Geschlechtsapparat aus zwei im 13. [1]) Segmente gelegenen Ovarien und zwei Eileitern, welche mit trompetenförmiger Oeffnung beginnen, mehrere Eier in einer Aussackung bergen und jederseits auf der Ventralfläche des 14. Segments nach aussen münden. Ausserdem finden sich im 9. und 10. Segmente zwei Paare von Samentaschen, welche in ebensoviel Oeffnungen an der Grenze des 9. und 10. Segments, sowie des 10. und 11. Segments münden und sich bei der Begattung mit Sperma füllen. (Fig. 382.) An den männlichen Geschlechtsorganen unterscheidet man rechts und links die meist dreifach gelappten Hoden (Hering's Samenblasen) mit den zugehörigen Keimstätten (Hering's Hoden) im 10. und 11. Segmente und die Samenleiter, welche je mit zwei Samentrichtern beginnen und sich im 15. Segmente nach aussen öffnen. Die vorderen und hinteren Hodenlappen stülpen die Dissepimente der betreffenden Segmente, jene nach vorne, diese nach hinten vor. Bei *Tubifex* und *Enchytraeus* lösen sich die Eizellengruppen frühzeitig von den Keimstätten los und flottiren in der Leibeshöhle. Häufig treten noch besondere Eiweissdrüsen, sowie die Substanz der Coconschale absondernde Drüsen hinzu. Auch findet sich fast durchgreifend zur Brunstzeit der bereits erwähnte Gürtel, welcher durch eine mächtige Drüsenschicht gebildet wird. Die Begattung beruht auf einer Wechsel-

Fig. 382.



Geschlechtsorgan von *Lumbricus* im VIII. bis XV. Segment, nach E. Hering. *T* Hoden, von Hering als Samenblasen bezeichnet, mit den beiden Keimstätten (Hering's Hoden) im 10. und 11. Segmente, *St* die beiden Samentrichter jederseits, *Vd* Vas deferens, *Ov* Ovarium, *Od* Oviduct, *Rc* Receptacula seminis.

[1]) Der Kopf (Stirnlappen und Mundabschnitt) als erstes Segment gezählt.

kreuzung und geschieht beim Regenwurme in den Monaten Juni und Juli über der Erde zur Nachtzeit. Die Würmer legen sich mit ihrer Bauchfläche aneinander, und zwar in entgegengesetzter Richtung so ausgestreckt, dass die Oeffnungen der Samentaschen des einen Wurmes dem Gürtel des anderen gegenüberstehen. Während der Begattung fliesst Sperma aus den Oeffnungen der Samenleiter aus, gelangt in einer Längsrinne bis zum Gürtel und von da in die Samentasche des anderen Wurmes.

Neben der geschlechtlichen Fortpflanzung ist bei den *Naideen* eine ungeschlechtliche als Knospung in der Längsachse verbreitet. Auch besteht ein gewisser Wechsel zwischen gemmiparer und geschlechtlicher Fortpflanzung, indem jene im Frühjahre und Sommer, diese erst später im Herbst auftritt.

Die Entwicklung der Embryonen zeigt ähnliche Verhältnisse wie bei den Hirudineen, nicht nur bezüglich der inaequalen Furchung, welche sehr ähnlich zum Ablauf kommt, sondern auch in der gleichen Entstehungsweise des Mesoderms aus zwei grossen Zellen am Hinterende des Gastrulamundes.

Wenige, wie z. B. *Chaetogaster*, leben parasitisch an Wasserthieren, die übrigen frei, theils in der Erde, theils im süssen Wasser, einzelne auch im Meere.

1. Unterordnung. *Terricolae.* Vorwiegend erdbewohnende Oligochaeten mit Segmentalorganen in den Genitalsegmenten.

Fam. *Lumbricidae.* Grosse Erdwürmer mit derber Haut und rothem Blut, ohne Augen. Gefässnetze umgeben die Segmentalorgane. Sind durch ihre Wühlthätigkeit im Erdboden zur Auflockerung des Erdreiches und zur Ermöglichung des Verwitterungsprocesses von grösster Bedeutung. *Lumbricus* L., Regenwurm. Kopflappen vom Mundsegment abgesetzt. Der Gürtel umfasst eine Reihe von Segmenten ungefähr am Ende des vorderen Körperviertheiles weit hinter den Genitalöffnungen. Zwei gestreckte hakenförmige Borsten in jeder Gruppe, also acht Borsten an jedem Segmente. Die Regenwürmer legen Eikapseln ab, in welche mehrere kleine Eier, nebst Samen aus den Samentaschen, entleert werden; indessen kommt in der Regel nur ein Embryo oder nur wenige Embryonen zur Entwicklung. Der sich entwickelnde Embryo nimmt mit seinem grossen bewimperten Mund nicht nur die gemeinsame Eiweissmasse, sondern alle übrigen zerfallenden Eidotter in sich auf. *L. agricola* Hoffm. = *terrestris* Lin., *L. rubellus* Eis. (Fig. 381), *L. foetidus* Sav. u. z. a. A. *L. americanus* E. Perr. *Criodrilus lacuum* Hoffm.

2. Unterordnung. *Limicolae.* Vorwiegend Wasser bewohnende Oligochaeten, ohne Segmentalorgane in den Genitalsegmenten.

Fam. *Phreoryctidae.* Lange fadenförmige Würmer mit dicker Haut und je zwei Reihen von schwach gebogenen Hakenborsten. *Phreoryctes Menkeanus* Hoffm. Findet sich in tiefen Brunnen und Quellen und scheint sich von Pflanzenwurzeln zu nähren.

Fam. *Tubificidae.* Wasserbewohner mit vier Reihen einfacher oder getheilter Hakenborsten, zu denen häufig noch Haarborsten kommen. Die Receptacula im 9., 10. oder 11. Segment. Leben in Schlammröhren, aus denen sie das hintere Ende emporstrecken. *Tubifex rivulorum* Lam. Herz im 7., Receptacula im 9. Segment. *T. Bonneti* Clap. (*Saenuris variegata* Hoffm.) Herz im 8., Receptacula im 10. Segment, beide Süsswasserbewohner. *Limnodrilus Hoffmeisteri* Clap. *L. D'Udekemianus* Clap. Unterscheiden sich von *Tubifex* durch die Abwesenheit von Haarborsten in der oberen Borstenreihe. *Lumbriculus variegatus* O. Fr. Müll. Jedes Segment mit einer contractilen Gefässschlinge und schlauchförmigen, ebenfalls contractilen Anhängen des Rückengefässes.

Fam. *Naideae*. Kleine Limicolen mit zarter, dünner Haut und hellem, fast farblosem Blut, mit oft rüsselartig verlängertem und mit dem Mundsegment verschmolzenen Stirnlappen. *Nais* (*Stylaria*) *proboscidea* O. Fr. Müll. *N. parasita* Schm., beide mit fadenförmigem Stirnlappen. *Chaetogaster vermicularis* O. Fr. Müll.

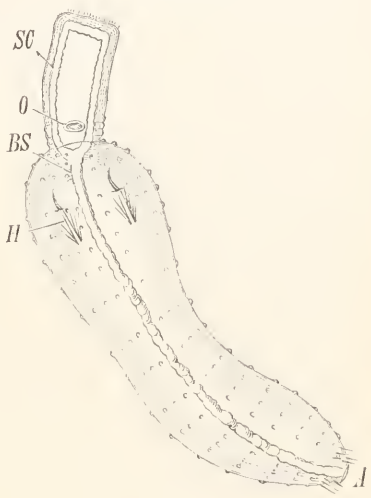
Hier schliessen sich die *Enchytraeiden* an mit *Enchytraeus vermicularis* O. Fr. Müll., in Topferde.

2. Unterclasse. **Gephyrei** [1]), **Sternwürmer.**

Würmer von cylindrischer Körperform, ohne äussere Gliederung, mit endständiger oder bauchständiger Mundöffnung, mit Gehirn, Schlundring und Bauchstrang, zuweilen mit Borsten.

Die *Gephyreen* besitzen einen langgestreckten cylindrischen Leib und leben als Seewürmer, wie die *Holothurien*, im Sand und Schlamm. Was dieselben als *Anneliden* kennzeichnet, ist die Anwesenheit eines mit dem Gehirnganglion verbundenen Schlundringes und eines von Ganglienzellen umlagerten Bauchstranges. Auch sind im Jugendzustand bei den Chaetiferen die Anlagen von Rumpfsegmenten nachweisbar, während die Rumpfhöhle bei den Achaeten einfach bleibt. Von *Sinnesorganen* sind Augenflecken beobachtet worden, welche bei einigen Sipunculiden direct dem Gehirne aufliegen, sodann Hautpapillen, in welche Nerven eintreten.

Fig. 383.



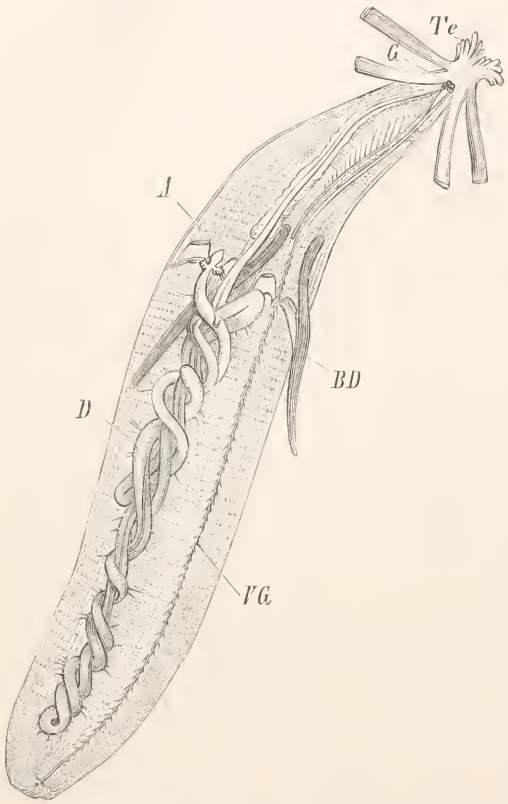
Junger *Echiurus* von der Bauchseite, nach B. Hatschek. *O* Mund an der Basis des Rüssels, *SC* Schlundcommissur, *BS* Bauchstrang, *A* After, *H* Haken.

Die Beschaffenheit der Haut schliesst sich an die der Anneliden an; die obere mächtige Cuticularschicht liegt einer zelligen Matrix auf und erscheint nicht selten gerunzelt. Eine äussere Segmentirung fehlt. Die bindegewebige Unterhaut ist ebenfalls von ansehnlicher Stärke und umschliesst zahlreiche Drüsenschläuche, welche durch Poren der Oberhaut nach aussen münden. Dann folgt der mächtig entwickelte Hautmuskelschlauch,

[1]) Quatrefages, Mémoire sur l'Echiure. Ann. des sc. nat., 3. Sér., Tom. VII. Lacaze-Duthiers, Recherches sur le Bonellie. Ann. des sc. nat., 1858. W. Keferstein, Beiträge zur anatomischen und systematischen Kenntniss der Sipunculiden. Zeitschr. für wiss. Zool. Tom. XV, 1865. R. Greeff, Die Echiuren. Nova acta, Tom. XLI. Halle, 1879. E. Selenka, Sipunculiden, 1883. W. Apel, Beitrag zur Anatomie und Histologie des Priapulus caudatus (Lam.) und Halicryptus spinulosus v. Sieb. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. 42, 1885. B. Hatschek, Ueber Entwicklungsgeschichte des Echiurus etc. Arb. des zool. Inst. in Wien, Tom. III, 1880. Derselbe, Ueber Entwicklung von Sipunculus nudus. Ebendaselbst, Tom. V, 1883. J. W. Spengel, Beiträge zur Kenntniss der Gephyreen. I. Mittheil. aus der zool. Station zu Neapel, 1879; II. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XV, 1881.

welcher sich regelmässig aus einer oberen Schichte von Ringfasern und einer unteren Lage von breiten, mit den ersteren, jedoch auch untereinander durch Anastomosen netzartig verbundenen Längsfasern zusammensetzt und die Ringelungen und Felderungen der Cuticula veranlasst. Auf die Längsmuskeln folgt wiederum eine innere Ringmuskelschicht. Auch sind zur Unterstützung der Bewegung bei den *Chaetiferen* zwei Hakenborsten in der Nähe der Geschlechtsöffnung vorhanden, zu denen noch ein oder zwei Borstenkränze am hinteren Körperende (*Echiurus*) hinzukommen können. (Fig. 383.)

Fig. 384.



Sipunculus nudus seitlich geöffnet, nach W. Keferstein. *Te* Tentakeln, *G* Gehirn, *VG* ventraler Ganglienstrang (Bauchstrang), *D* Darm, *A* After, *BD* Bauchdrüsen (Niere).

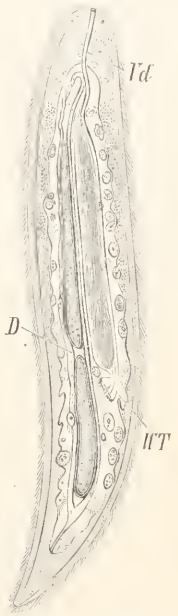
Bei den Chaetiferen (Fig. 383 und 386 *a*) verlängert sich der Vorderleib in einen rüsselartigen Abschnitt, welcher unbeweglich vorsteht und dem Kopflappen der Anneliden entspricht. Ventral an der Basis des Rüssels liegt die Mundöffnung. Bei den Achaeten (*Sipunculideen*) fehlt dieser Rüssel und die Mundöffnung liegt an der Spitze des Vorderleibes, welcher, von bewimperten Tentakeln umstellt, mittelst Retractoren eingezogen werden kann. Der Mund führt durch den zuweilen mit Zähnen bewaffneten Schlund in einen innen bewimperten Darmcanal, welcher, meist länger als der Körper, in mehrfachen Windungen die Leibeshöhle durchsetzt und mit seinem muskulösen Endabschnitte durch den rückenständigen oder endständigen After nach aussen mündet. (Fig. 384 und 386 *c*.)

Das *Gefässsystem* besteht aus einem Rückengefässe, welches wie bei den Anneliden den Darm begleitet, und aus einem längs der Leibeswandung verlaufenden Bauchgefässe. Dazu kommen noch Gefässzweige am Darm und in den Tentakeln. Das Blut ist entweder farblos oder röthlich gefärbt und bewegt sich in derselben Richtung wie bei den Anneliden, sowohl durch die Contraction einzelner Gefässabschnitte, als durch die Flimmerbekleidung der Gefässwand getrieben. Verschieden von diesem Gefässblute ist die zellenhaltige Leibesflüssigkeit.

Als Nephridien oder Segmentalorgane deutet man zweierlei Schläuche, von denen die einen mit dem Enddarm gemeinsam, die anderen selbstständig an der Bauchfläche ausmünden. Die ersteren oder Analschläuche treten bei den Chaetiferen auf, wo sie büschelförmig verzweigte Schläuche darstellen, welche mit zahlreichen Wimpertrichtern frei in der Leibeshöhle beginnen. (Fig. 386 *b*.) Die vorderen Segmentalorgane (Bauchdrüsen) beginnen ebenfalls mit freiem Wimpertrichter und übernehmen wie die Segmentalorgane vieler Polychaeten die Function als Samentaschen und Eileiter. (Fig. 384.)

Die Gephyreen sind getrennten Geschlechtes. Sowohl für die keimbereitenden Organe, als für die Ausführungswege bestehen bemerkenswerthe Verschiedenheiten. Unter den *Achaeten* liegen bei *Phascolosoma* (nach Théel) die Keimdrüsen an der Wurzel der ventralen Rüsselretractoren und bilden eine Krause, von der sich die Producte loslösen. Dagegen finden sich bei den Sipunculiden in der Leibeshöhle Zoospermien oder Eier in verschiedenen Zuständen der Reife, welche durch die beiden an der Bauchseite ausmündenden braunen Schläuche (Segmentalorgane) ausgeführt werden.

Fig. 385.



Planarien-ähnliches Männchen von *Bonellia*, nach Spengel. *D* Darm, *WT* Wimpertrichter des mit Sperma gefüllten Vas deferens (*Vd*).

Unter den *Chaetiferen* findet sich bei *Bonellia* ein dünnes strangförmiges Ovarium (Peritonealfalte) in der hinteren Körperhälfte, durch ein kurzes Mesenterium neben dem Nervenstrange befestigt. Die Eier fallen aus demselben in die Leibeshöhle und gelangen von hier aus in den benachbarten einfachen, an der Basis mit trompetenförmiger Oeffnung versehenen Eierbehälter, welcher unterhalb der Mundöffnung ventralwärts nach aussen führt. (Fig. 386 *c*.) Wahrscheinlich dürfte dieser Eierbehälter morphologisch als einseitig zur Ausbildung gelangtes Segmentalorgan aufzufassen sein. Aehnlich verhalten sich die Geschlechtsorgane der kleinen, Turbellarien-ähnlichen Männchen, welche sich im Eileiter der *Bonellia*-Weibchen aufhalten. (Fig. 385.) Dieselben besitzen (bei manchen Arten) zwei Bauchhaken, vor welchen am Vorderende die Mündung des mit freiem Trichter beginnenden Samenbehälters liegt. Bei *Echiurus* sind es zwei ventrale Schlauchpaare, welche die Geschlechtsstoffe ausführen; für *Thalassema* gibt Kowalevski drei Paare solcher Schläuche an.

Die Entwicklung des Eies bietet mancherlei Anschlüsse an die der Anneliden, zeigt jedoch bei den Achaeten und Chaetiferen bedeutende Differenzen. In beiden Fällen folgt auf die Embryonalentwicklung eine Metamorphose. Die Larven der Chaetiferen sind auf die Lovén'sche Wurmlarve zurückführbar, bei den Achaeten aber durch eine bedeutende Rückbildung des Scheitelabschnittes und durch den Mangel eines praeoralen Wimperkranzes ausgezeichnet.

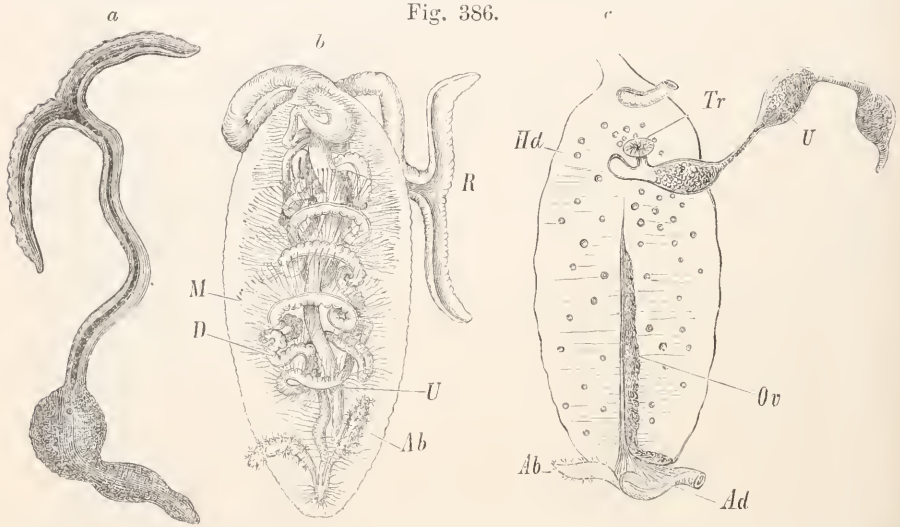
Die Gephyreen sind durchaus Meeresbewohner, leben zum Theil in bedeutender Tiefe im Sand und Schlamm, in Felslöchern und in Gängen zwischen Steinen und Korallen, auch wohl in Schneckenschalen und nähren sich ähnlich wie die Holothurien und manche Tubicolen.

1. Ordnung. **Chaetifera = Echiuroidea.**

Gephyreen mit zwei starken Hakenborsten an der Bauchseite und endständigem After. Der Mund liegt an der Basis des als Rüssel ausgebildeten Kopflappens.

Die *Echiuroideen* oder chaetiferen Gephyreen zeigen zwar keine äussere Segmentirung ihres gestreckten, überaus contractilen Leibes, wohl aber im Jugendzustand Anlagen von 15 Metameren des Rumpfes, die, in gleicher Weise

Fig. 386.



a Weibchen von *Bonellia viridis*, nach Lacaze-Duthiers. — *b* Anatomie von *Bonellia viridis*, nach Lacaze-Duthiers. *D* Darmapparat, *M* Mesenterium, *U* Uterus, *R* Rüssel, *Ab* Analblasen. — *c* Haut und Geschlechtsorgane nach Entfernung des Darmes. *Hd* Hautdrüsen, *Ad* Afterdarm, *Ov* Ovarium, *Tr* Wimpertrichter des Uterus (*U*).

wie die Bildung des Kopflappens und die Entwicklung bauchständiger Hakenborsten, auf die nahe Verwandtschaft mit den Chaetopoden hinweisen. Indessen ist beim ausgebildeten Thiere die innere Gliederung rückgebildet, die Dissepimente sind bis auf die erste, den Kopf vom Rumpfe trennende Scheidewand verloren gegangen und die Gliederung des Bauchstranges nur noch durch die Vertheilung der Nerven angedeutet.

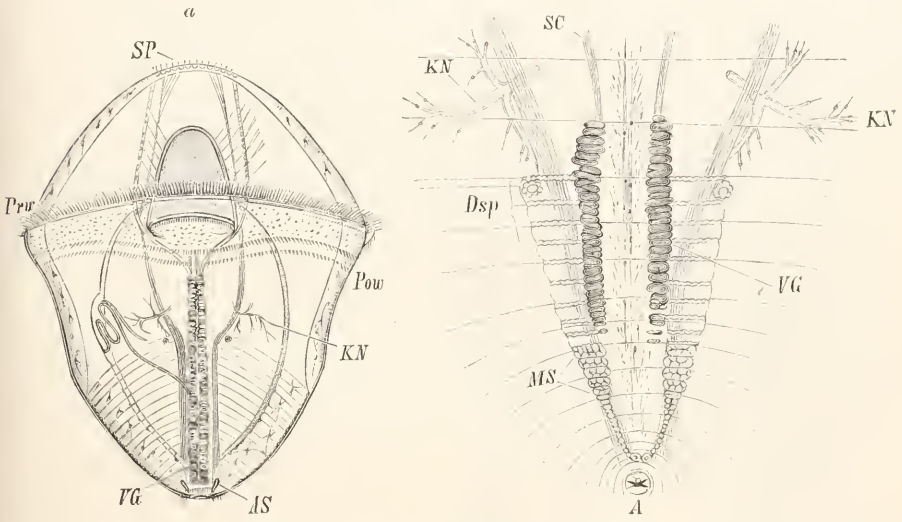
Der stark entwickelte Kopflappen bildet einen rüsselförmigen Anhang, der sich zu bedeutender Länge entwickeln und gabelig spalten kann (*Bonellia*). (Fig. 386 *a*.)

Ueberall findet sich ein Paar von Hakenborsten (mit Ersatzborsten in jeder Borstenscheide) am ersten Rumpfsegmente. Bei *Echiurus* kommen noch ein oder zwei Borstenkränze am Hinterende hinzu. Ausser den an der Bauchseite ausmündenden Nephridien, von denen sich zwei bis drei Paare finden und welche zur Ausführung der Geschlechtsproducte verwendet werden, treten auch noch

als Nephridien gedeutete Analschläuche im Endsegment auf, welche zahlreiche Wimpertrichter aufnehmen und mit dem Enddarm gemeinsam ausmünden. (Fig. 386 *b*.) Bei *Bonellia* ist das als Uterus fungirende Segmentalorgan ebenso wie das Ovarium in einfacher Zahl vorhanden. (Fig. 386 *c*.)

Die Entwicklung des Eies beginnt mit einer inaequalen Furchung. Bei *Bonellia* umwachsen die animalen Dotterzellen die vier grossen das Entoderm erzeugenden Dotterkugeln bis auf eine kleine Oeffnung, den Blastoporus. (Fig. 136.) Am genauesten sind die *Echiuren*larven bekannt, welche den Typus der Lovén'schen Larve wiederholen und einen mächtigen praeoralen Wimperkranz besitzen, zu dem sich noch ein zarter postoraler Wimperkranz hinzugesellt. Frühzeitig entwickelt sich im Larvenleib die Kopfniere; hinter derselben liegt

Fig. 387.



a Larve von *Echiurus* von der Bauchseite, nach Hatschek. *SP* Scheitelplatte, *Prw* praeoraler Wimperkranz, *Pow* postoraler Wimperkranz, *KN* Kopfniere, *VG* ventraler Ganglienstrang, durch die lange Schlundcommissur mit der Scheitelplatte verbunden, *AS* Analschläuche. — *b* Bauchregion der *Echiurus*-Larve mit segmentirtem Mesodermstreifen. *SC* Schlundcommissur, *Dsp* Dissepimente der vorderen Rumpfsegmente, *MS* Mesodermstreifen, *A* After.

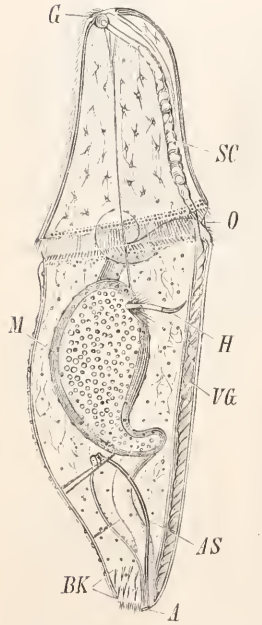
ein Mesodermstreifen, welcher mit dem weiteren Wachsthume der Larve die Anlage von 15 Segmenten erzeugt. (Fig. 387.) Im Endsegmente, welches gleichfalls von einem Wimperkranze umsäumt wird, treten die auf Nephridien zurückzuführenden Analschläuche auf. Sowohl die Anlage des Gehirns als die des Bauchstranges erfolgt durch Wucherung des Ectoderms, erstere von der Scheitelplatte aus, letztere als paarige Verdickung der Haut an der Bauchseite. Beide werden durch den ebenfalls mit Ganglienzellen belegten Schlundring verbunden. In späteren Stadien beginnt nach Rückbildung der Segmentanlagen der Wimperapparat zu schwinden, nachdem nicht weit vom Munde zu den Seiten des Nervenstranges zwei starke Hakenborsten und am Hinterende zwei Kreise von kürzeren Borsten gebildet sind. (Fig. 387.) Der praeorale Larventheil streckt sich und wird zum Rüssel des jungen Echiurus. (Fig. 383.)

Fam. *Echiuridae*. Das Vorderende des Leibes über den Mund hinaus in einen an der Unterfläche gefurchten Rüssel verlängert, in welchem der weite Schlundring ohne Gehirnanschwellung liegt. Vorne an der Bauchfläche zwei Hakenborsten, am Hinterende zuweilen Borstenkränze. (Fig. 383.) *Echiurus Pallasii* Guérin, (*Gaertneri* Quatref., St. Vaast), Küste von Belgien und England. *Thalassema gigas* M. Müll., Küste von Italien. *Bonellia viridus* Rolando, Mittelmeer. (Fig. 385 und 386.) Die Planarien-ähnlichen Männchen halten sich in den Leitungswegen des weiblichen Geschlechtsapparates auf.

2. Ordnung. **Achaeta = Sipunculoidea.**

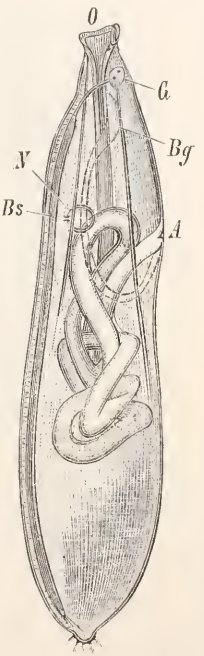
Gephyreen mit endständiger Mundöffnung und retractilem Vorderleib, mit rückenständigem After, ohne Borsten.

Fig. 388.



Aeltere *Echiurus*-Larve, von der Seite gesehen, nach Hatschek. Kopfniere rückgebildet. *O* Mund, *M* Magen, *A* After, *AS* Analblase, *G* Gehirn aus der Scheitelplatte hervorgegangen, *SC* Schlundcommissur, *VG* ventraler Ganglienstrang, *H* Bauchhaken, *BK* Borstenkränze.

Fig. 389.



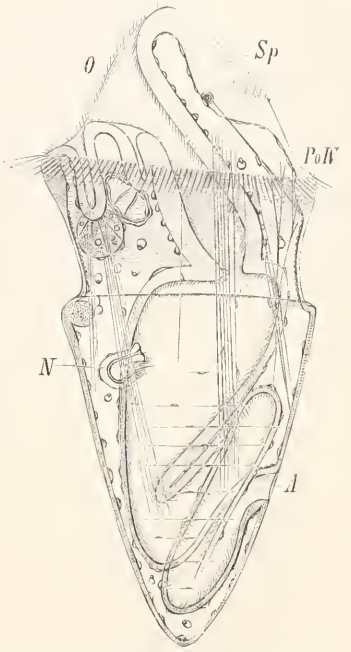
Junger *Sipunculus*, noch ohne Tentakeln, nach Hatschek. *O* Mund, *A* After, *G* Gehirn, *Bs* Bauchstrang, *N* Niere, *Bg* Blutgefäss.

Von den chaetiferen Gephyreen weichen die *Sipunculoideen* durch den gänzlichen Mangel der Metamerenanlagen, durch die Rückbildung des Kopflappens, sowie durch die Lage von Mund und After ab. Der langgestreckte Leib entbehrt eines vortretenden Kopflappens, so dass die häufig von Tentakeln umstellte Mundöffnung an das Vorderende zu liegen kommt. (Fig. 384.) Andererseits ist der After an der Rückenseite weit nach vorne gerückt. (Fig. 389.) Gehirn, Schlundring und Bauchstrang verlaufen innerhalb des Hautmuskelschlauches. Nur ein einziges Paar von Nephridien, als Bauchdrüsen beschrieben, ist vorhanden. Dieselben sind ansehnliche Schläuche und münden seitlich in der Nähe des Afters nach aussen. Dazu kommen noch zwei in den Enddarm mündende Schläuche, auf welche sich bei den *Priapuliden* die Excretionsorgane beschränken. Blutgefässsystem wohl ausgebildet.

Die Eientwicklung beginnt mit einer totalen Furchung und führt zur Entstehung einer Invaginationsgastrula. Der Gastrulamund bezeichnet die Bauchseite. Die zwei hinteren Randzellen des Entoderms rücken als Urmesodermzellen nach innen und erzeugen die Mesodermstreifen, welche keine weitere Gliederung erfahren. Die Ectodermzellen des animalen Poles als „Kopfplatte“

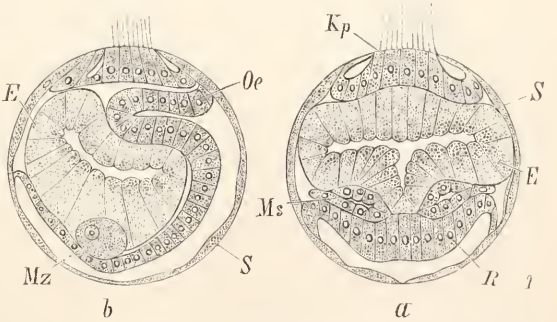
und die der ventralen Seite als „Rumpfplatte“ bilden eine Art Embryonalstreifen, und die übrigen Ectodermzellen eine Embryonalhülle (*Serosa*). (Fig. 391.) Diese sendet durch die Poren der Eihaut Flimmerhaare, mittelst welcher der Embryo umherschwimmt, dessen ursprünglich getrennte Kopf- und Rumpfplatte bald zusammenwachsen. Die Mesodermstreifen spalten sich durch Bildung der Leibeshöhle in Hautmuskelplatte und Darmfaserplatte; die erstere liefert die beiden Segmentalorgane. Vom Ectoderm aus entsteht durch Einstülpung des Oesophagus, hinter welchem sich ein (postoraler) Wimperkranz bildet. (Fig. 390.) Die Serosa wird zugleich mit der Eimembran von der ausschlüpfenden Larve abgeworfen, welche nunmehr schon die wesentlichen Organe des ausgewachsenen Thieres, mit Ausnahme von Bauchstrang, Blutgefässen und Genitalorganen besitzt. Erst während des Larvenlebens entwickelt sich der Bauchstrang vom Ectoderm aus; dann wird der Wimperkranz rückgebildet, am Mundrande wachsen die ersten Tentakeln hervor, wodurch die Umwandlung der schwimmenden Larve in den kriechenden Sipunculus erfolgt ist.

Fig. 390.



Larve von *Sipunculus*, nach Hatschek. *O* Mund, *A* After, *Sp* Scheitelplatte, *PoW* postoraler Wimperkranz, *N* Niere.

Fig. 391.



Stadium des *Sipunculus*-Embryos, in welchem die Rumpfplatte mit der Kopfplatte vorn mit einander zu verwachsen beginnen, nach Hatschek. (Die Eihaut und die dieselbe durchsetzenden Wimpern der Serosa sind weggelassen.) *a* im Querschnitt. *Kp* Kopfplatte, *Rp* Rumpfplatte, *E* Entoderm (Mitteldarm), *Ms* Mesoderm, *S* Serosa. — *b* Im medianen Längsschnitt. *Oe* Oesophagus, *Mz* Polzelle des Mesoderms.

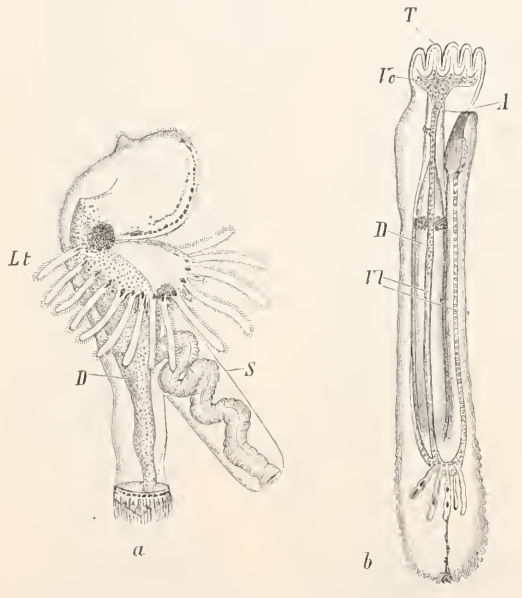
Fam. *Sipunculidae*. Körper langgestreckt, cylindrisch, mit retractilem Vorderleib, mit Tentakeln in der Umgebung des Mundes und rückenständigem After. Darm spiral gewunden. *Sipunculus nudus* L., Mittelmeer. (Fig. 384.) *Phascolosoma laeve* Kef., Mittelmeer. *Ph. elongatum* Kef., St. Vaast.

Fam. *Priapulidae*. Vorderleib ohne Tentakelkranz. Schlund mit Papillen und Zahnreihen bewaffnet. After am Hinterende, etwas dorsal, meist von einem Schwanzanhange überragt, welcher papillenförmige Schläuche (Kiemen) trägt. Darm geradgestreckt ohne Windungen. *Priapulus caudatus* O. Fr. Müll. *Halicryptus spinulosus* v. Sieb., Ostsee, Spitzbergen.

Für die borstenlose, bisher meist den Anneliden zugerechnete Gattung *Phoronis* wird man wohl eine besondere Ordnung, vielleicht als *Gephyrei tubi-*

coli gründen müssen. Nach den Untersuchungen Kowalevski's[1]) besitzt *Phoronis hippocrepia* einen aus zahlreichen Kiemenfäden gebildeten Tentakelkranz, welcher an der Rückenseite nach innen schlingenförmig umbiegt. (Fig. 392.) Der Mund liegt in der Mitte des Tentakelkranzes und führt durch den Oesophagus in den Darm, welcher mittelst eines Mesenteriums befestigt ist und vorne an der Rückenseite vor der Tentakelschlinge im After ausmündet. Neben dem letzteren finden sich die Oeffnungen des einzigen Nephridienpaares, durch welche die befruchteten Eier nach aussen gelangen, um an den Tentakelfäden bis zum Ausschlüpfen der Jungen anzukleben. Von dem bislang unvollständig erforschten Nervensystem wurde ein Ganglienknoten zwischen Mund und After beobachtet. Die Haut sondert eine Chitinröhre ab, in welcher der Wurm nach Art der Röhrenwürmer lebt. Unterhalb der Haut liegt der aus Ringfasern und einer inneren Längsfaserschicht gebildete Hautmuskelschlauch. Rücken und Bauchgefäss sind mit zahlreichen zottenförmigen Anhängen besetzt, welche sich lebhaft contrahiren und vornehmlich die Blutbewegung unterhalten. Aus der vorderen Gefässschlinge entspringen die Blutgefässe der Tentakelfäden. Das Blut enthält grosse rothe Blutkörperchen. Beiderlei Geschlechtsproducte nehmen ihre Entstehung in einem fettreichen Bindegewebe (Fettkörper) zwischen den Gefässzotten und fallen in die Leibeshöhle, in welcher die Befruchtung erfolgt. Die aus den Genitalporen ausgetretenen, an den Kiemenfäden fixirten Eier durchlaufen eine totale Klüftung. Die Furchungskugeln bilden eine Blastosphaera, deren Wand sich an einer Stelle zur Bildung der Darmanlage einstülpt (Gastrula). Zwischen beiden Zellenanlagen treten Mesodermzellen auf, welche im weiteren Verlaufe der Entwicklung die Muskelschicht der Haut, sowie des Darmes liefern.

Fig. 392.



a Actinotrocha mit sich umstülpendem gewundenen Schlauch (*S*), nach Schneider. *D* Darm, *Lt* Larvententakel. — *b* Junge *Phoronis*, nach Metschnikoff. *A* After, *T* definitive Tentakel, *Vc* Ringgefäss, *VL* Längsgefässe.

Die Bildung von Mund, After und Tentakeln führt zur Gestaltung der als *Actinotrocha* bezeichneten Larve, in welcher Form der Embryo ausschlüpft.

[1]) A. Kowalevski, Anatomie und Entwicklungsgeschichte von Phoronis, 1867. E. Metschnikoff, Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XXI, 1871. W. Cadwell, Note on the structure, development and affinities of Phoronis. Proceed. Roy. Soc. 1882.

Diese Larvenform (Fig. 392 *a*) zeichnet sich durch den Besitz eines Kopfschirmes, sowie eines Kranzes bewimperter Tentakel hinter der Mundöffnung aus. Während des Wachsthums der Larve entsteht an der Bauchseite ein langgewundener Schlauch, der sich endlich umstülpt und den grossen hinteren Körperabschnitt des erwachsenen Thieres liefert, in welchen der Darm hineinrückt. Kopfschirm und Tentakelkranz, an deren Basis sich die definitiven Tentakel bilden, werden abgeworfen.

3. Unterclasse. **Hirudinei** [1]) = **Discophori, Blutegel.**

Anneliden mit kurz geringeltem oder ungeringeltem Körper, ohne Fussstummel, mit endständiger ventraler Haftscheibe, hermaphroditisch.

Der Leib der Hirudineen erinnert an die Trematoden, mit denen diese Würmer früher mit Unrecht zusammengestellt wurden.

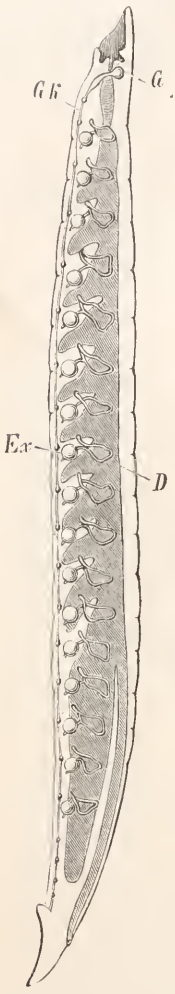
In der äusseren Erscheinung des Leibes fällt die kurze Ringelung auf, welche übrigens auch in verschiedenem Grade undeutlich werden und ganz hinwegfallen kann. Die kurzen Ringel entsprechen keineswegs den inneren, durch Querscheidewände oder Dissepimente getrennten Segmenten, sondern sind viel kürzere Leibesabschnitte, gewissermassen secundäre Theilstücke, von denen in der Regel drei, vier oder fünf auf ein inneres Segment kommen. Als Hauptbefestigungsorgan fungirt eine grosse Haftscheibe am hinteren Leibesende, zu welcher meist noch eine zweite kleinere Sauggrube in der Umgebung des Mundes hinzukommt. Fussstummel fehlen, Borsten mit seltenen Ausnahmen; auch kommt es niemals zur Bildung eines scharf gesonderten Kopfes, indem sich die vorderen Ringel von den nachfolgenden nicht wesentlich verschieden zeigen und niemals Fühler und Cirren tragen.

Die Mundöffnung liegt in der Nähe des vorderen Körperendes, bald in der Tiefe eines vorderen kleinen Saugnapfes (*Rhynchobdelliden*), bald von einem vorspringenden, löffelförmigen, saugnapfähnlichen Kopfschirm überragt (*Gnathobdelliden*). (Fig. 393.) Dieselbe führt in einen muskulösen, mit Drüsenschläuchen versehenen Pharynx, der entweder in seiner vorderen, als Mundhöhle zu bezeichnenden Partie mit drei gezähnelten Längsleisten, sogenannten Kieferplatten (*Gnathobdelliden*) (Fig. 394), seltener mit einer dorsalen und ventralen Kieferplatte (*Branchiobdella*) bewaffnet ist, oder einen vorstülpbaren, in seinem vorderen Abschnitte freiliegenden Rüssel enthält (*Rhynchobdelliden*). Der auf den Schlund folgende Magendarm liegt als geradgestrecktes Rohr in der Achse

[1]) Brandt und Ratzeburg, Medicin. Zoologie, 1829—1833. Moquin-Tandon, Monographie de la famille des Hirudinées. 2e édit. Paris, 1846. Fr. Leydig, Zur Anatomie von Piscicola geometrica. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. I, 1849. H. Rathke, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Hirudineen, herausgegeben von R. Leuckart. Leipzig, 1862. R. Leuckart, Parasiten des Menschen, Bd. I. Leipzig, 1863. Van Beneden et Hesse, Recherches sur les Bdelloides ou Hirudinées et les Trématodes marins. 1863. Robin, Mémoire sur le développement embryogénique des Hirudinées. Paris, 1875. A. Gibbs-Bourne, Contributions to the Anatomy of the Hirudinei. Quart. Journ. Microsc. Scienc., Tome 24. 1884.

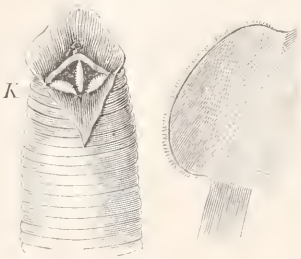
des Leibes und zeigt sich bald nach den einzelnen Segmenten eingeschnürt, bald in eine grössere oder geringere Zahl paariger Blindsäckchen erweitert und führt in einen zuweilen ebenfalls noch mit Aussackungen versehenen Enddarm, welcher am hinteren Pole oberhalb der Sauggrube in der Afteröffnung nach aussen mündet.

Fig. 393.



Längsschnitt durch den Blutegel, nach Rud. Leuckart. *D* Darmcanal, *G* Gehirn, *Gk* Ganglienkette, *Ex* Excretionscanäle (Wassergefässsystem).

Fig. 394.



a Kopfende des Blutegels mit aufgeschnittener Mundhöhle. Man sieht die drei Kieferplatten. *b* Eine Kieferplatte isolirt, mit den feinen Zähnen am freien Rande.

Ueberall finden wir ein *Blutgefässsystem*, aber in verschiedenen Stufen der Entwicklung. Indem Abschnitte der Leibeshöhle in gefässartige Stämme umgebildet sind, erscheinen Organe, welche in der Leibeshöhle liegen, in Bluträumen eingeschlossen. In diesem Sinne dürften die zwei Seitengefässe und der mittlere Blutsinus, welcher stets die Bauchganglienkette, zuweilen aber auch den Darmcanal (*Clepsine*, *Piscicola*) in sich einschliesst, zu deuten sein. Bei den meisten Kieferegeln besitzt das Blut eine rothe Färbung, die übrigens nicht den Blutkörperchen, sondern der Flüssigkeit angehört. Besondere *Respirationsorgane* fehlen mit Ausnahme von *Branchellion* und einigen verwandten Fischegeln, welche blattförmige Kiemenanhänge tragen.

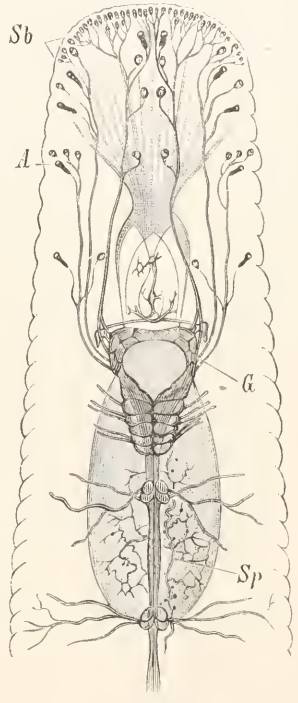
Die Leibeshöhle der Hirudineen bietet eigenthümliche und keineswegs genügend aufgeklärte Beziehungen zum Blutgefässsystem. Der Raum zwischen Körperwand und Darm (primäre Leibeshöhle) wird zum Theil von bindegewebigem Parenchym erfüllt, in dem ein complicirtes System von geräumigen, zum Theile muskulös begrenzten Lacunen auftritt. Dagegen scheint die secundäre von Peritonealepithel ausgekleidete Leibeshöhle bis auf geringe Reste geschwunden.

Die Nephridien sind die sogenannten *schleifenförmigen Canäle*, von denen die Segmente der mittleren Körperregion (in den vordersten und hintersten Segmenten fehlen sie) je ein Paar in sich einschliessen. Indessen wechselt die Zahl derselben innerhalb sehr weiter Grenzen, indem z. B. die an den Kiemen des Flusskrebses parasitische *Branchiobdella astaci* nur 2 Paare, die Kieferegel meist 17 Paare besitzen. (Fig. 393.) Hier beginnen die Canäle im seitlichen Blutsinus, bei *Clepsine* im ventralen Blutsinus. Der gewundene Canal nimmt aber noch feinere verästelte Canälchen auf und hat, wie auch bei den Oligochaeten, ein intracelluläres Lumen (durchbohrte Zellen).

In besonders reichem Maasse kommen den Hirudineen einzellige Drüsen in der Haut und in den bindegewebigen tieferen Leibesschichten zu. Die ersteren enthalten eine feinkörnige, die Haut überziehende schleimige Flüssigkeit, während die tieferen, unter dem Hautmuskelschlauche gelegenen Drüsenschläuche ein zähes, helles Secret bereiten, welches ausserhalb des Körpers rasch erstarrt und bei der Eierablage zur Bildung des Cocons verwendet wird. Namentlich häufen sich diese Drüsenschläuche in der Nähe der Geschlechtsöffnungen an.

Das *Nervensystem* [1]) erlangt durchwegs eine hohe Ausbildung. Für das Gehirn und die Ganglien des Bauchmarkes ist eine eigenthümliche (von Leydig als folliculäre bezeichnete) Anordnung der Nervenzellen charakteristisch, indem die gangliösen Anschwellungen oberflächlich anhängende, Follikel-ähnliche Paquets bilden. (Fig. 395.) Die beiden Längsstämme der Bauchganglienkette sind stets in der Medianlinie dicht aneinander gerückt. Von jedem Ganglienpaare treten rechts und links bei den Kieferegeln zwei Nervenstämme ab, während aus dem Gehirn und dem letzten als Schwanzganglion zu bezeichnenden Knoten, welcher mehrere Ganglien in sich vereinigt, eine weit grössere Zahl von Nerven hervorgeht. Die vom Gehirn austretenden Nerven versorgen die Sinnesorgane, ferner die Muskeln und Haut der Kopfscheibe; die Nerven der Bauchkette vertheilen sich auf die zugehörigen Segmente, die des Endganglions an der ventralen Saugscheibe. Ein unpaarer mittlerer Längsstrang (Faivre, Leydig), welcher zwischen den beiden Hälften des Bauchstranges von Ganglion zu Ganglion zieht, entspricht höchst wahrscheinlich dem unpaaren, zwischen zwei Ganglien verlaufenden Nervenstamme, welchen Newport bei den Insecten entdeckte. Daneben kennt man ein von Brandt entdecktes *Eingeweidenervensystem*, welches aus einem über und neben der Ganglienkette verlaufenden Magendarmnerven besteht, der vom Gehirn entspringt und mit seinen Aesten die Blindsäcke des Magendarmes versorgt. Drei Ganglienknötchen, welche bei dem gemeinen Blutegel vor dem Gehirn liegen und ihre Nervenplexus an Kiefermuskeln und Schlund senden, werden von Leydig als Anschwellungen von Hirnnerven aufgefasst und stehen vielleicht der Schluckbewegung vor.

Fig. 395.



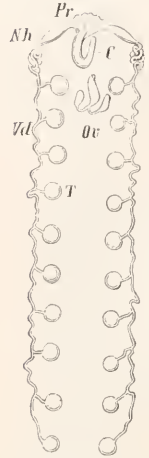
Vorderende von *Hirudo*, nach Leydig. *G* Gehirn mit der suboesophagealen Ganglienmasse, *Sp* Sympathicus, *A* Augen, *Sb* Sinnesbecher.

Die Blutegel besitzen auf der Rückenfläche der vorderen Ringel Augenähnliche Organe, die man bislang für einfache Augen hielt. (Fig. 395.) Die-

[1]) Hermann, Das Centralnervensystem von Hirudo medicinalis. München, 1875.

selben gehören aber in die Kategorie der segmental angeordneten Sinnesbecher, welche auf dem ersten Ringel eines jeden Segmentes ventralwärts in 6facher, dorsalwärts in 6 bis 8facher Zahl sich wiederholen und somit in ebensoviel Längsreihen über den Körper hinziehen. Diese Sinnesorgane bestehen aus einem in die Achse eintretenden Nerven, welchen einige grosse helle, pigmentlose Zellen umlagern, sowie aus langgestreckten, aus Hypodermzellen hervorgegangenen Sinneszellen. Die sogenannten Augen, beim medicinischen Blutegel in 10facher Zahl vorhanden, liegen in der vorderen Verlängerung von zwei Längsreihen dieser Sinnesorgane (stets an den Sinnesringeln). Sie erweisen sich als viel längere cylindrische Becher, in deren Grund ein starker Nerv eintritt und seine Fasern an lange achsenständige Sinneszellen abgibt, während im Umkreis der Achse grosse helle, mit lichtbrechender Substanz erfüllte Zellen lagern. Die peripherische Scheide wird von einem stark pigmentirten Bindegewebe gebildet.

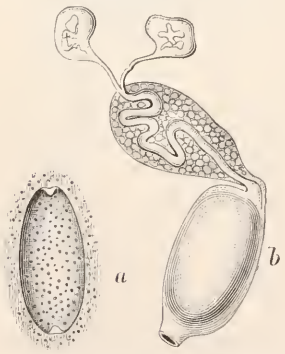
Fig. 396.



Geschlechtsapparat des Blutegels. *T* Hoden, *Vd* Vas deferens, *Nh* Nebenhoden, *Pr* Prostata, *C* Cirrus, *Ov* Ovarien nebst Scheide und weiblicher Genitalöffnung.

Die Hirudineen sind Zwitter. Männliche und weibliche Geschlechtswerkzeuge münden in der Medianlinie des Vorderleibes hintereinander, und zwar liegt die männliche Geschlechtsöffnung mit meist hervorragendem Cirrus vor der weiblichen. Die Hoden liegen paarweise in mehreren aufeinanderfolgenden Segmenten und wiederholen sich meist in grösserer Zahl. (Fig. 396.) Bei *Hirudo* sind neun bis zehn Paare von Hodenbläschen jederseits mittelst eines geschlängelten Samenleiters verbunden. Jeder Samenleiter bildet einen knäuelförmigen Nebenhoden und setzt sich an seinem Vorderende in einen muskulösen Abschnitt (Ductus ejaculatorius) fort, welcher sich mit dem der anderen Seite zur Bildung eines unpaaren Begattungsapparates vereinigt. Dieser steht mit einer mächtigen Prostatadrüse in Verbindung und kann entweder als zweihörniger Sack (*Rhynchobdelliden*) oder als langer Faden (*Gnathobdelliden*) vorgestülpt werden. Der weibliche Geschlechtsapparat besteht entweder aus zwei langen schlauchförmigen Ovarien mit gemeinsamer Ausführungsöffnung (*Rhynchobdelliden*), oder aus zwei kurzen sackförmigen Ovarien, zwei Oviducten, einem gemeinsamen, von einer Eiweissdrüse umgebenen Eiergang und einer sackförmig erweiterten Scheide mit der Genitalöffnung (*Gnathobdelliden*). (Fig. 397.) Bei der Begattung tritt aus den männlichen Geschlechtsorganen eine *Spermatophore* aus, welche entweder in die Scheide des andern Thieres aufgenommen oder wenigstens in der Geschlechtsöffnung festge-

Fig. 397.



a Cocon, *b* weiblicher Geschlechtsapparat von *Hirudo medicinalis*, nach R. Leuckart.

klebt wird. Jedenfalls findet die Befruchtung der Eier im Innern des mütterlichen Körpers statt. Bald nachher kommt es zur Eiablage. Dann suchen die Thiere geeignete Stellen an Steinen und Pflanzen auf oder verlassen das Wasser und wühlen sich wie der medicinische Blutegel in feuchter Erde ein. Die Genitalringe erscheinen zu dieser Zeit sattelförmig aufgetrieben, theils in Folge der Turgescenz der Geschlechtsorgane, theils in Folge der reichen Entwicklung der Hautdrüsen, deren Secret für das Schicksal der abzulegenden Eier von besonderer Bedeutung ist. Während der Eiablage heftet sich der Blutegel mittelst seiner Bauchscheibe fest und umhüllt seinen Vorderleib unter den mannigfaltigsten Drehungen mit einer schleimigen Masse, welche besonders die Genitalringe gürtelförmig überdeckt und allmälig zu einer festeren Hülle erstarrt. Schliesslich tritt eine Anzahl kleiner Eier nebst einer ansehnlichen Menge von Eiweis aus, und der Wurm zieht sein Kopfende aus der nun gefüllten tonnenförmigen Schleimhülse heraus, welche sich nach ihrer Abstreifung durch Verengerung der endständigen Oeffnungen zu einem ziemlich vollständig geschlossenen Cocon zusammenzieht. So klein auch die Eier sind, die in sehr verschiedener, niemals bedeutender Zahl in den Cocons abgesetzt werden, so besitzen doch die jungen Blutegel beim Ausschlüpfen eine ansehnliche Grösse, die Jungen des medicinischen Blutegels z. B. eine Länge von circa 17 Mm. und haben bereits im Wesentlichen bis auf die mangelnde Geschlechtsreife die Organisation der ausgewachsenen Thiere. Nur die *Clepsinen* werden sehr frühzeitig geboren und differiren von den Geschlechtsthieren sowohl hinsichtlich der Körperform als ihrer inneren Organisation wesentlich. Mit einfachem Darme und ohne hintere Saugscheibe leben sie längere Zeit an der Bauchfläche des Mutterthieres angeheftet und erreichen erst unter fortwährender Aufnahme neu abgeschiedener Eiweissmasse ihre volle, zum freien Leben taugliche Organisation.

Die Embryonalentwicklung, unter den Rhynchobdelliden für *Clepsine*, unter den Gnathobdelliden besonders für *Nephelis* und *Hirudo* näher bekannt, beginnt stets mit einer inaequalen Furchung. Am Embryo kommt frühzeitig die Mundöffnung zum Durchbruch, durch welche nach Bildung von Pharynx und Magendarm unter Schluckbewegungen des ersteren das im Cocon enthaltene Eiweiss in den Darm des wachsenden Embryos aufgenommen wird.

Die Blutegel leben grossentheils im Wasser oder, wenn auch nur zeitweise, in feuchter Erde. Sie bewegen sich theils spannerartig kriechend mit Hilfe der Haftscheiben, theils schwimmend unter lebhaften Schlängelungen des meist abgeflachten Körpers. Viele nähren sich parasitisch an der Haut oder an den Kiemen von Wasserbewohnern, z. B. an Fischen und am Flusskrebs; die meisten aber sind nur gelegentliche Schmarotzer an der äusseren Haut von Warmblütern. Einzelne Formen sind Raubthiere, welche, wie z. B. *Aulastomum gulo*, Schnecken und Regenwürmer verzehren, oder wie die *Clepsinen* Schnecken aussaugen. Auch scheint die Nahrung keineswegs überall auf eine bestimmte Thiergattung beschränkt, auch nicht in jedem Lebensalter dieselbe. Der medicinische Blutegel nährt sich z. B. in der Jugendzeit von

Insectenblut, dann vom Blut der Frösche, und erst später wird ihm zur vollen Geschlechtsreife der Genuss eines warmen Blutes nothwendig.

Fam. *Rhynchobdellidae,* Rüsselegel. Körper langgestreckt, cylindrisch oder breit und flach, mit einer vorderen und hinteren Haftscheibe und kräftigem vorstreckbaren Rüssel in der Mundhöhle, mit paarigen Augen auf der vorderen Haftscheibe. Im contractilen Rückengefässe liegen als sogenannte Klappen Blutkörperchen bildende Organe. *Piscicola* Blainv. (*Ichthyobdella*). *P. geometra* L., auf Süsswasserfischen. *P. respirans* Tr., mit seitlichen Bläschen, die sich beim Eintritte des Blutes erweitern. *Pontobdella muricata* L., auf Rochen. *Branchellion torpedinis* Sav., *Clepsine* Sav. (*Clepsinidae*) *Cl. bioculata* Sav., *Cl. complanata* Sav., *Cl. marginata* O. Fr. Müll. *Haementaria mexicana* de Fil., *H. officinalis* de Fil., beide in den Lagunen von Mexico, die letztere nach Art des Blutegels benutzt, *H. Ghilanii* de Fil., im Amazonenstrom.

Fam. *Gnathobdellidae*, Kieferegel. Schlund mit drei gezähnten Kieferplatten bewaffnet, längsgefaltet. Vor der Mundöffnung ein geringelter, löffelförmig vorspringender Kopfschirm, welcher eine Art Mundsaugnapf bildet. (Fig. 394.) Die Cocons mit spongiöser Schale. *Hirudo* L. Meist 95 deutliche Ringel, von denen vier auf die löffelförmige Oberlippe kommen. Die drei vorderen Ringel, sowie das fünfte und achte tragen die fünf Augenpaare. Die männliche Geschlechtsöffnung liegt zwischen dem 24. und 25., die weibliche zwischen dem 29. und 30. Ringel. Die drei Kieferplatten fein gezähnt, nach Art einer Kreissäge beweglich, sehr geeignet, eine leicht vernarbende Wunde in die äussere Haut des Menschen zu schlagen. Magen mit 11 Paaren von Seitentaschen, von denen die des letzten Paares sehr lang sind. Die Cocons werden in feuchter Erde abgesetzt. *H. medicinalis* L., mit der als *officinalis* unterschiedenen Varietät, besitzt 80—90 feine Zähne am freien Kieferrande und erreicht die Länge einer Spanne. Früher in Deutschland verbreitet, jetzt noch häufig in Ungarn und in Frankreich, wird in Blutegelteichen gezüchtet und braucht drei Jahre bis zum Eintritt der Geschlechtsreife. *Haemopis vorax* Moq. Tand., Pferdeegel, mit nur 30 gröberen Zähnen am Kieferrand, welche ihn zum Verwunden weicher Schleimhäute befähigen. Der Pferdeegel, in Europa und vornehmlich in Nordafrika einheimisch, beisst sich im Schlunde von Pferden, Rindern, auch des Menschen fest. *Aulastomum gulo* Moq. Tand. Bei uns auch als Pferdeegel bekannt, von Weichthieren lebend. *Nephelis* Sav. Anstatt der drei Kiefer einfache Längsfalten im Schlunde. *N. vulgaris* Moq. Tand.

Fam. *Branchiobdellidae.* Der im ausgestreckten Zustande beinahe cylindrische Körper, aus wenigen ungleich geringelten Segmenten zusammengesetzt, mit zweilappigem Kopflappen ohne Augen, mit einem Saugnapf am Hinterende. Schlund ohne Rüssel, mit zwei flachen, übereinanderliegenden Kiefern. *Branchiobdella parasita* Henle, *B. astaci* Odier, an den Kiemen und der unteren Schwanzfläche des Flusskrebses.

IV. Classe. Rotatoria[1]) = Rotiferi, Räderthiere.

Mit einstülpbarem Wimperapparate am Vorderende des Leibes, mit einfachem Gehirnganglion und Wassergefässcanälen, ohne Herz und Gefässsystem, getrennten Geschlechtes.

Die Räderthiere sind Würmer, welche von der Lovén'schen Larve, mit der die von Semper entdeckte, als *Trochosphaera aequatorialis* bezeichnete

[1]) Ehrenberg, Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. Leipzig, 1838. Dujardin, Histoire naturelle des Infusoires. Paris, 1841. Dalrymple, Phil. Transact. Roy. Soc., 1844. Fr. Leydig, Ueber den Bau und die systematische Stellung der Räderthiere. Zeitschr. für wiss. Zool., Bd. VI, 1854. F. Cohn, Ueber Räderthiere. Ebendaselbst

Kugelrotatorie in der Gestaltung des Körpers nahezu übereinstimmt, abgeleitet werden können, und haben mit den Arthropoden nichts zu thun, da sie nicht nur der Metamerenbildung, sondern auch der Extremitäten entbehren. Allerdings ist der Körper der Räderthiere äusserlich gegliedert und zerfällt in mehr oder minder deutlich abgegrenzte, höchst ungleichartige Abschnitte, ohne aber diesen entsprechende Segmente der inneren Organe zu besitzen. Meist unterscheidet man einen Vorderleib, welcher die gesammten Eingeweide in sich einschliesst, und einen beweglich abgesetzten fussartigen Hinterleib, der mit zwei zangenartig gegenüberstehenden Griffeln endet und sowohl zur Befestigung wie zur Bewegung dient. Nicht minder häufig sind sowohl der breitere Vorderleib als der verschmälerte Hinterkörper in mehrere Ringe gegliedert, die sich fernrohrartig in einander einziehen und mehr oder minder frei unter Biegungen verschieben können.

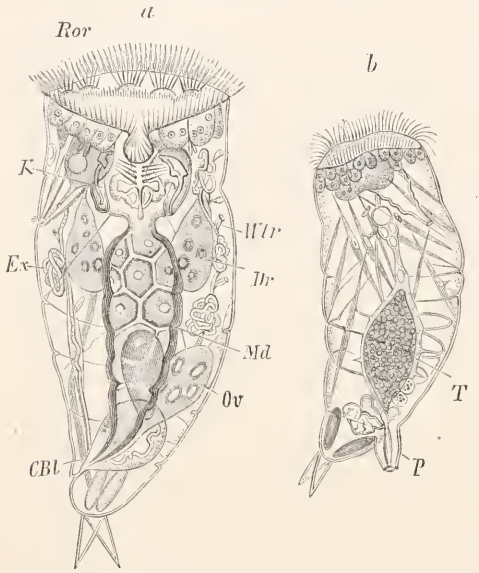
Ein wichtiger Charakter der Rotiferen liegt in dem am Vorderende sich erhebenden, meist einziehbaren Wimperapparat, welcher wegen seiner Aehnlichkeit mit einem rotirenden Rade als „*Räderorgan*“ bezeichnet wird. Häufig ist derselbe, besonders bei parasitischen Formen, bedeutend reducirt, in einzelnen Fällen vollkommen rückgebildet (*Apsilus*). Bei *Notommata tardigrada* reducirt sich das Räderorgan auf die bewimperte Mundspalte, bei *Hydatina* auf den in seiner ganzen Circumferenz mit Cilien bekleideten Kopfrand. (Fig. 398.) In anderen Fällen erhebt sich der bewimperte Saum über den Kopf hinaus bis zur Bildung sogenannter Doppelräder, z. B. *Philodina*, *Brachionus*, oder wird zu einem bewimperten Kopfschirm, z. B. *Megalotrocha*, *Tubicolaria*. Endlich erscheint derselbe in knopfartige (*Floscularia*) oder gar armförmige Fortsätze (*Stephanoceros*) verlängert. In der Regel bilden die Wimpern einen continuirlichen Saum, welcher von der Mundöffnung ausgeht und wiederum zu derselben zurückführt. Derselbe hat neben der Hauptfunction als Locomotionsorgan die Aufgabe, kleine zur Nahrung dienende Körper herbeizustrudeln. Ausserdem findet sich noch eine zweite Reihe von zarten Flimmercilien, welche vom Rücken aus an beiden Seiten zu der an der Bauchfläche des Räderorgans gelegenen Mundöffnung herabführen und die kleinen, vom Strudel des Räderorgans erfassten Nahrungskörper in dieselbe einleiten.

Die Mundöffnung führt in einen erweiterten, mit beständig klappendem Kieferapparat bewaffneten Schlundkopf. (Fig. 398.) Aus diesen entspringt eine kurze Schlundröhre, welche in den weiten, mit grossen Zellen bekleideten und bewimperten Magendarm führt. Am Eingange desselben münden zwei an-

Bd. VII, 1856, Bd. IX, 1858, Bd. XII, 1862. Gosse, On the structure, functions and homologies of the manducatory organs of the class Rotifera. Phil. Transact., 1856. W. Salensky, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Brachionus urceolaris. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XXII, 1872. Karl Eckstein, Die Rotatorien der Umgegend von Giessen. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XXXIX, 1883. C. Zelinka, Studien über Rotatorien. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XLIV, 1886 und Tom. XLVII, 1888. L. Plate, Beiträge zur Naturgeschichte der Rotatorien. Jen. Zeitschr. 1885. C. T. Hudson, The Rotifera or Wheel Animalcules. Part. I—IV. London, 1886.

sehnliche, zuweilen in einzellige Drüsen aufgelöste Drüsenschläuche, die ihrer Function nach wohl als Speichel- oder pankreatische Drüsen zu deuten sein möchten. Auf den Chylusdarm folgt der ebenfalls bewimperte Enddarm, welcher am Vorderleib, da, wo sich der fussartige Hinterleib inserirt, wohl überall dorsalwärts ausmündet. Bei einigen Rotiferen, z. B. *Ascomorpha*, *Asplanchna*, endet der Chylusdarm blindgeschlossen. Ein *Blutgefässsystem* fehlt überall, und die helle Blutflüssigkeit erfüllt die Leibeshöhle. Was Ehrenberg als Gefässe beschrieben hat, sind die quergestreiften Muskeln und Muskelnetze unter der äusseren Körperbedeckung. Ebensowenig finden sich gesonderte *Respirationsorgane*; die gesammte äussere Bedeckung vermittelt die Athmung. Die sogenannten Respirationscanäle sind Excretionscanäle. Es sind zwei geschlängelte Längscanäle mit zelliger Wandung, welche mittelst kurzer und bewimperter Seitenzweige (Zitterorgane), geschlossener Wimperkölbchen, beginnen und entweder direct oder vermittelst einer contractilen Blase (Respirationsblase) mit dem Enddarm ausmünden. Das Nervensystem schliesst sich dem der Platyhelminthen an. Die Centraltheile desselben bildet ein einfaches oder zweilappiges, über dem Schlunde gelegenes Gehirnganglion, von welchem Nerven zu eigenthümlichen Sinnesorganen der Haut und zu den Muskeln abgehen. Augen liegen nicht selten entweder als x-förmiger unpaarer Pigmentkörper oder als paarige, mit lichtbrechenden Kugeln verbundene Pigmentflecken dem Gehirn auf. Die erwähnten Sinnesorgane der Haut, wahrscheinlich Tast-, beziehungsweise Spürorgane, sind mit Borsten und Haaren besetzte Erhebungen, selbst röhrenartig verlängerte Fortsätze (Respirationsröhren des Nackens) der Haut, unter denen die Sinnesnerven mit ganglienartigen Anschwellungen enden.

Fig. 398.



Hydatina senta, nach F. Cohn. *a* Weibchen, *b* Männchen. *Ror* Räderorgan, *K* Kiefer, *Dr* Speicheldrüsen, *Md* Magendarm, *Ov* Ovarium, *Wtr* Wimpertrichter des Excretionsapparates (*Ex*), *CBl* contractile Blase, *T* Hoden, *P* Penis

Die Geschlechter sind getrennt und durch einen ausgeprägten Dimorphismus bezeichnet. Die sehr kleinen Männchen (Fig. 398 *b*) entbehren des Schlundes und Darmcanals, dessen Anlage auf ein strangförmiges Rudiment reducirt bleibt. Ihre Geschlechtsorgane reduciren sich auf einen mit Samenfäden gefüllten Hodenschlauch, dessen muskulöser Ausführungsgang zuweilen auf einem papillenartigen Höcker am hinteren Ende des Vorderleibes mündet.

Die Geschlechtsorgane der weit grösseren Weibchen bestehen aus einem rundlichen, mit Eikeimen gefüllten Ovarium und einem kurzen Eileiter, welcher ein einziges oder nur wenige reife Eier enthält und meist mit dem Darm zugleich ausmündet. Fast sämmtliche Räderthiere legen Eier ab, und zwar dünnschalige *Sommereier* und dickschalige *Wintereier*. Beide tragen sie an ihrem Körper herum, während allerdings die Sommereier auch im Eileiter die Embryonalbildung durchlaufen können. Wahrscheinlich entwickeln sich die ersteren ohne Befruchtung parthenogenetisch (Cohn), da die Männchen zu der Jahreszeit, in welcher jene auftreten, fehlen. Die dickschaligen, oft dunkler gefärbten Wintereier werden im Herbst erzeugt und befruchtet.

Bei der Entwicklung des Embryos erleiden die Eier eine unregelmässige Dotterklüftung. Die aus der kleineren Furchungskugel hervorgegangenen Zellen häufen sich an einem Pole an und umlagern schliesslich die dunkleren Dotterzellen vollkommen, so dass ein zweiblättriger Keim gebildet wird. Die Zellen der äusseren Schicht, viel ärmer an Körnchen als die der centralen Entodermanlage, bilden das obere Keimblatt, welches an der (späteren) Bauchseite eine Einbuchtung erfährt, aus deren Seitenwänden die beiden Lappen des Räderorgans hervorgehen (ähnlich den Mundlappen von Schneckenembryonen). Der hintere Theil der Einbuchtung wird zum Hinterleib, an dessen Basis eine Vertiefung die Anlage des Hinterdarmes bildet, während vorne im Grunde der Einbuchtung Mund und Vorderdarm gebildet werden. Das Ganglion entsteht aus dem oberen Blatt im Kopftheil. Ueber die Bildung des Mittelblattes liegen keine sicheren Beobachtungen vor. Am männlichen Embryo verläuft die Entwicklung insofern abweichend, als der Darmcanal gar nicht zur Ausbildung kommt. Die freie Entwicklung verläuft ohne oder mit unbedeutender, zuweilen rückschreitender Metamorphose; am auffallendsten erscheint die Metamorphose bei den im ausgebildeten Zustande festsitzenden *Flosculariden*.

Die Räderthiere bewohnen vornehmlich das süsse Wasser, in welchem sie sich theils schwimmend mit Hilfe des Räderorgans fortbewegen, theils mittelst des zweizangigen drüsigen Fussendes an festen Gegenständen vor Anker legen. Auf diese Art befestigt, strecken sie ihren Kopftheil vor und beginnen das Spiel ihrer Wimpern behufs Herbeistrudelung von Nahrungsstoffen, als kleinen Infusorien, Algen, Diatomaceen. Einige Arten leben in Gallerthülsen und zarten Röhren, andere (*Conochilus*) stecken mit ihrem Fussende in einer gemeinsamen Gallertkugel und sind zu einer schwimmenden Colonie vereinigt; verhältnissmässig wenige leben als Parasiten. Es scheint, als wenn viele Arten einer nicht zu anhaltenden Austrocknung Widerstand zu leisten vermöchten.

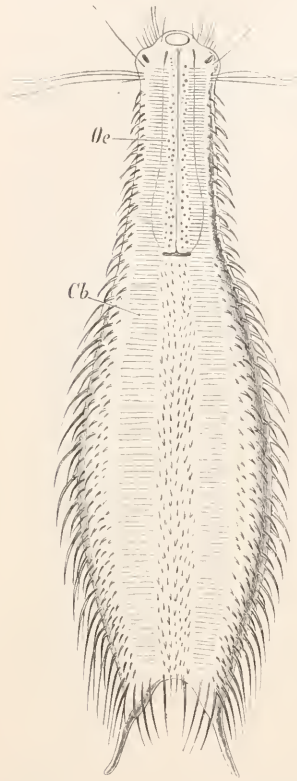
Fam. *Flosculariidae*. Festsitzende Räderthiere mit langem, quergeringelten Fuss, meist von Gallerthülsen und Röhren umgeben. Der Kopfrand mit gelapptem oder tief gespaltenem Räderorgan. *Floscularia proboscidea* Ehrbg., *Stephanoceros Eichhornii* Ehrbg., *Tubicolaria najas* Ehrbg., *Melicerta ringens* L., *Conochilus volvox* Ehrbg.

Fam. *Philodinidae*. Freibewegliche, oft spannerartig kriechende Räderthierchen mit zweirädrigem Wirbelorgan und gegliedertem, fernrohrartig einziehbarem Fuss ohne Hülse.

Callidina elegans Ehrbg., *Rotifer vulgaris* Oken (*R. redivivus* Cuv.), *Philodina erythrophthalma* Ehrbg.

Fam. *Brachionidae*. Räderthiere mit zwei- oder mehrfach getheiltem Räderorgan, mit breitem, schildförmigem, gepanzertem Körper und geringeltem oder kurz gegliedertem Fuss. *Brachionus Bakeri* O. Fr. Müll., *B. militaris* Ehrbg., *Euchlanis triquetra* Ehrbg.

Fig. 399.



Chaetonotus maximus, nach Bütschli. Von der Bauchseite gesehen. *Cb* Wimperband, *Oe* Oesophagus.

Fam. *Hydatinidae*. Mit mehrfach getheiltem oder nur eingebuchtetem Räderorgan und zarter, häufig gegliederter Haut. Der kurze Fuss endet meist zweitheilig mit zwei Borsten oder zangenförmig. *Hydatina* Ehrbg., *H. senta* O. Fr. Müll. mit *Enteroplea hydatinae* Ehrbg. als Männchen. (Fig. 398.) *Notommata tardigrada* Ldg., *N. Brachionus* Ehrbg., *N. parasita* Ehrbg., *Apsilus* Metschn. Körper linsenförmig, ohne Wimperapparat, *A. lentiformis* Metschn.

Fam. *Asplanchnidae*. Der sackförmige, panzerlose Leib entbehrt des Enddarmes und des Afters. *Asplanchna Sieboldii* Ldg., *A. myrmeleo* Ehrbg., *Ascomorpha germanica* Ldg.

Hier schliesst sich die in vieler Hinsicht abweichende Gattung *Seison* Gr. an. *Seison Grubei* Cls.[1]) lebt an Nebalia.

Den Rotiferen schliessen sich zwei Gruppen kleiner Thierformen an: 1. die *Echinoderidae* (*Echinoderes Dujardinii* Clap., *E. setigera* Greeff) und 2. die *Gastrotricha* oder *Ichthydinen*. Die *Gastrotrichen*[2]) (Fig. 399) besitzen einen flaschenförmigen oder wurmförmigen Leib, welcher an seiner Bauchfläche mit zwei Cilienbändern besetzt ist und am hinteren Ende in zwei Furcalfortsätze ausläuft. Zwischen diesen mündet ventralwärts das Darmrohr aus, dessen muskulöser Oesophagus ebenso wie die Gestalt des Darmes an die Nematoden erinnert. Am vorderen Pole liegt die rundliche Mundöffnung, nach welcher die ventralen Wimperränder die Nahrungsstoffe hinzuleiten scheinen. Borsten finden sich sehr häufig in dichter Stellung vornehmlich am Rücken (*Chaetonotus*). Das Nervensystem besteht aus einem einfachen dem Schlunde aufliegenden Gehirnganglion. Augenflecken sind zuweilen vorhanden. Die Leibesmuskulatur beschränkt sich auf wenige contractile Zellen. Die Muskeln sind paarige Längsbänder (6 Paare) und lassen sich wie die der Rotiferen als Haut- und Leibeshöhlenmuskeln unterscheiden. Ringmuskeln fehlen. Als Excretionsorgane fungiren

[1]) Vergl. C. Claus, Ueber die Organisation und die systematische Stellung der Gattung Seison Gr. Festschrift zur Feier des 25jährigen Bestehens der k. k. zool.-bot. Gesellschaft. Wien, 1876. L. Plate, Ueber einige ectoparasitische Rotatorien des Golfes von Neapel. Mitth. der zool. Station Neapel, Tom. VII.

[2]) E. Metschnikoff, Ueber einige wenig bekannte niedere Thierformen. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XV, 1865. H. Ludwig, Die Ordnung Gastrotricha. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XXVI, 1875. O. Bütschli, Untersuchungen über freilebende Nematoden und die Gattung Chaetonotus. Ebendaselbst. W. Reinhard, Kinorhyncha (Echinoderes), ihr anatomischer Bau und ihre Stellung im System. Zeitschr. für wiss. Zool. Tom. XLV, 1887. C. Zelinka, Die Gastrotrichen. Ebend. Tom. XLIX. 1889.

zwei vielfach verschlungene Canälchen, welche je einen stabförmigen Wimperlappen tragen und in der Mitte der Bauchfläche ausmünden. Die weibliche Geschlechtsöffnung liegt auf der Rückenfläche dicht vor der Gabelung des Hinterendes. Von Interesse ist die bei *Chaetonotus* entdeckte Anwesenheit von zweierlei Eiern, kleineren Sommereiern, die sich im Mutterleibe entwickeln, und grösseren hartschaligen Wintereiern, aus welchen die Embryonen in vorgeschrittener Form ausschlüpfen. Metschnikoff und Bütschli lassen die *Ichthydinen* getrennten Geschlechtes sein, während M. Schultze für *Chaetonotus* Samenfäden und Eier im Körper desselben Thieres beschrieb. Neuerdings hat Ludwig bei *Ichthydium* den muthmasslichen Hoden an noch jungen Thieren nachgewiesen und gezeigt, dass die Ovarien später reifen, die Gastrotrichen somit Zwitter sind. Die vornehmlichen Gattungen sind: *Chaetonotus* Ehrbg. mit Stacheln besetzt, *Ch. larus* O. Fr. Müll., *maximus* M. Sch. (Fig. 364.), *Ch. hystrix* Metschn., *Ichthydium* Ehrbg. ohne Stacheln, *I. ocellatum* Metschn., *I. Podura* O. Fr. Müll., *Dasydytes* Gosse, Ohne Gabelschwanz aber mit Rückenstacheln, *D. longisetosum* Metschn.

V. Thierkreis.

Arthropoda, Gliederfüssler.

Bilateralthiere mit chitinigem Hautskelet, heteronom segmentirtem Körper und gegliederten Segmentanhängen (Gliedmassen), mit Gehirn, Schlundring und Bauchganglienkette.

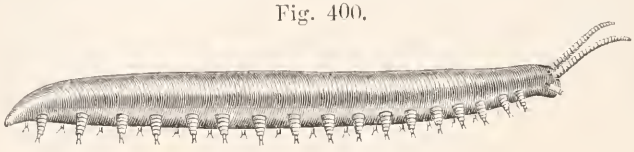
Die Arthropoden stehen der Gliederung und Organisation ihres Leibes nach in so naher Verwandtschaft zu den *Gliederwürmern*, dass man ihre Vereinigung im Sinne Cuvier's als *Articulaten* wieder befürworten könnte. Indessen würde dann nicht nur die Trennung der Anneliden von den ungegliederten Würmern (Scoleciden) erforderlich und damit ein engerer verwandtschaftlicher Verband zerrissen werden, wie er zwischen Anneliden und Nemertinen, sowie zwischen diesen und den Planarien besteht, sondern auch die Mollusken und Molluskoiden müssten bei den Beziehungen ihrer Larven zu denen der Anneliden eine veränderte Stellung erhalten und könnten als von diesen getrennte Kreise nicht aufrecht erhalten werden.

Der *wichtigste Charakter*, welcher die Arthropoden von den so nahe verwandten Gliederwürmern unterscheidet und als Grundbedingung für eine höhere Organisation und Lebensstufe gelten kann, beruht *auf dem Besitz von gegliederten, aus paarigen Segmentanhängen hervorgegangenen Bewegungsorganen.* Anstatt der ungegliederten Parapodien der Chaetopoden treten gegliederte, zu einer vollkommeneren Leistung befähigte Extremitätenpaare, und zwar ausschliesslich an der Bauchfläche auf. Jedes Segment vermag ein bauchständiges Gliedmassenpaar hervorzubringen, welches im einfachsten Falle kurz bleibt und nur aus wenigen Gliedern besteht (*Onychophoren*). (Fig. 400.) Während bei den Anneliden die Locomotion durch Verschiebung der Segmente und Schlängelungen des gesammten Leibes zu Stande kommt, erscheint bei den Arthropoden die Function der Ortsbewegung von der Hauptachse des Leibes

auf die Nebenachsen, auf die Gliedmassen, übertragen, hiemit aber auch eine weit vollkommenere Leistung erreichbar. Die Extremitäten gestatten den Arthropoden nicht nur ein leichteres und rascheres Schwimmen und Kriechen, sondern führen auch zu mannigfaltigeren Formen einer schwierigen Bewegung, zum Laufen und Klettern, Springen und Fliegen. Die Arthropoden werden daher zu wahren Land- und Luftthieren.

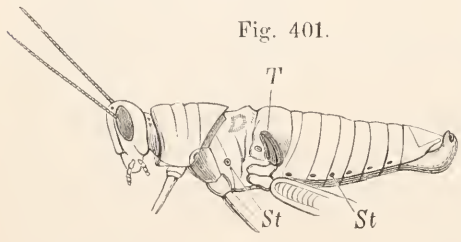
Die hohe Entwicklung der Gliedmassenpaare als Bewegungsorgane führt nothwendig zu einer *zweiten wesentlichen Eigenschaft, zu der Heteronomie der Segmentirung* und der mit dieser verbundenen Erstarrung der äusseren Haut zu einem festen Chitinskelet. Soll die Leistung der Extremitäten eine vollkommene sein, so bedarf dieselbe eines beträchtlichen Aufwandes von Muskelmasse, deren Stützpunkte nur am Integumente des Rumpfes gegeben sein können. Die Insertionen der Gliedmassen und ihrer Muskeln lassen daher starre Flächen am Leibe nothwendig erscheinen, welche theils durch innere chitinisirte Sehnen und Platten, theils durch die Erstarrung der Haut und Verschmelzung der Segmente zu grösseren bepanzerten Abschnitten gewonnen werden. Nur bei einfacheren Bewegungsformen, welche sich denen der Anneliden noch unmittelbar anschliessen, bleiben alle Segmente des Rumpfes selbstständig und tragen gleichmässig Gliedmassenpaare in der ganzen Länge des Leibes (Larven, *Myriopoda*).

Fig. 400.



Peripatus capensis, nach Moseley.

Fig. 401.



Kopf, Brust und Abdomen eines *Acridium* in seitlicher Ansicht. *St* Stigmen, *T* tympanales Organ.

Im Allgemeinen unterscheidet man drei Leibesregionen, als *Kopf*, *Brust* oder *Mittelleib* (Thorax) und *Hinterleib* (Abdomen), deren Gliedmassen einen verschiedenen Bau und dem entsprechende Function besitzen. (Fig. 401.)

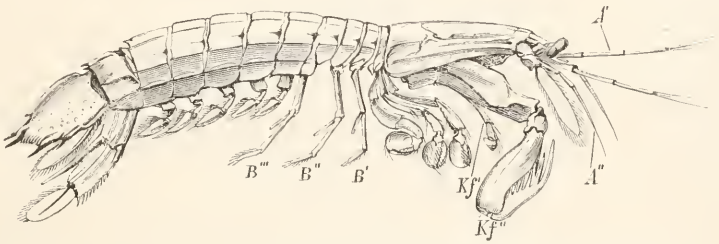
Der Kopf, im Vergleich zu dem aus Stirnlappen und Mundabschnitt zusammengesetzten Kopf der Anneliden eine secundäre, zugleich aus Rumpfsegmenten und deren Gliedmassen gebildete Region, repräsentirt den kurzen gedrungenen Vorderabschnitt mit festem Integument, schliesst das Gehirn ein und trägt die Sinnesorgane und Mundtheile. Die Gliedmassenpaare dieses Abschnittes sind zu *Antennen* und *Mundwerkzeugen* umgestaltet. Im Vergleich mit dem Annelidenkopf gehen ausser dem Kopf- oder Antennenabschnitt und dem Mundsegment wenigstens ein Kiefersegment, dessen Gliedmassenpaar noch im Larvenleben (*Nauplius*) als Beinpaar fungiren kann, in die Bildung des Kopfes

ein. Indessen werden in der Regel noch mehrere nachfolgende Segmente, deren Gliedmassen als Kiefer fungiren, in den Kopf einbezogen.

Der Mittelleib oder Thorax zeichnet sich ebenfalls durch eine verhältnissmässig innige Verschmelzung einiger oder aller seiner Segmente, sowie durch die Festigkeit seiner Haut aus. Meist ist derselbe scharf vom Kopfe abgesetzt, häufig dagegen mit dem Kopfe zu einer gemeinsamen Leibesregion (*Cephalothorax*) verschmolzen. (Fig. 402.) Der Thorax trägt die wichtigsten Gliedmassen der Bewegung und repräsentirt das Centrum der zu bewegenden Masse.

Der Hinterleib, oder auch Leib schlechthin genannt, zeigt die Zusammensetzung aus deutlich gesonderten Leibesringen und entbehrt in der Regel der Extremitäten. Sind dieselben aber vorhanden (Abdominalfüsse), so dienen sie theils als Hilfsorgane der Bewegung, theils zur Respiration oder zum Tragen der Eiersäckchen und zur Copulation. Seltener, wie z. B. bei den Scorpionen, sondert sich das Abdomen in einen breiteren Vorderabschnitt, *Praeabdomen*, und in einen engeren beweglichen Hinterabschnitt, *Postabdomen*.

Fig. 402.



Squilla mantis. *A'*, *A''* Antennen, *Kf'*, *Kf''* die vorderen Kieferfusspaare am Cephalothorax, *B'*, *B''*, *B'''* drei Spaltbeinpaare der Brust.

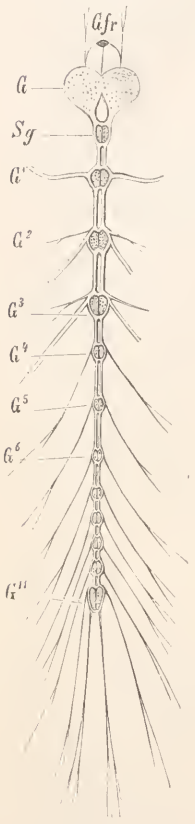
Die Haut besteht wie bei den Anneliden aus zwei verschiedenen Schichten, einer äusseren festen, meist homogenen Chitinhaut und einer weichen, aus polygonalen Zellen zusammengesetzten unteren Lage (*Matrix*, *Hypodermis*), welche die anfangs weiche Chitinhaut schichtenweise absondert. (Fig. 23.) Diese erstarrt meist auch durch Aufnahme von Kalksalzen in der chitinhaltigen Grundsubstanz zu dem festen, das Skelet bildenden Hautpanzer, der aber zwischen den einzelnen Segmenten durch dünne Verbindungshäute unterbrochen ist. Die mannigfachen Cuticularanhänge der Haut, welche als einfache oder gefiederte Haare, Fäden und Borsten, Dornen und Haken auftreten können, verdanken ihre Entstehung ähnlich gestalteten Fortsätzen und Auswüchsen der zelligen Unterlage. (Fig. 24.) Die Chitinhaut erfährt mit sammt ihren Anhängen zeitweise, vornehmlich während des Wachsthums im Jugendzustande, Erneuerungen und wird dann als zusammenhängende Haut abgeworfen (Häutungsprocess). Die Muskulatur bildet niemals mehr einen continuirlichen Hautmuskelschlauch, sondern zeigt sich meist der Segmentirung entsprechend gegliedert. Die Rumpfmuskeln sind in den einzelnen Segmenten in longitudinalen und transversalen Zügen angeordnet, bieten übrigens mancherlei Unterbrechungen. Dazu kommen umfangreiche

Muskelgruppen, welche die Extremitäten bewegen. Durchgängig sind die Muskelfasern quergestreift.

Die innere Organisation schliesst an die Gliederwürmer an, ohne jedoch eine durchgreifende innere Segmentirung erhalten zu haben.

Das *Nervensystem* besteht aus Gehirn, Schlundcommissur und Bauchmark, welches letztere meist in Form einer Ganglienkette (Fig. 403) unter dem Darme verläuft, zuweilen aber auch eine grosse Concentrirung zeigt und selbst zu einer ungegliederten Ganglienmasse unter dem Schlunde zusammengezogen sein kann. Die Gliederung der Bauchganglienkette bietet im Speciellen die grössten Verschiedenheiten, im Allgemeinen aber entspricht sie der heteronomen Segmentirung des Körpers, indem in den grösseren, durch Verschmelzung von Segmenten entstandenen Abschnitten auch eine Annäherung oder Verschmelzung der entsprechenden Ganglien erfolgt. Nur in einem Falle, bei den *Pentastomiden*, die zur Form und Lebensstufe der Eingeweidewürmer zurücksinken, ist die obere Brücke der Schlundcommissur nicht als Gehirnganglion angeschwollen, und es erscheinen die Centraltheile des Nervensystems als gemeinsame Ganglienmasse unterhalb des Schlundes zusammengedrängt. In allen anderen Fällen ist das Gehirn eine grössere, dem Oesophagus aufliegende Ganglienmasse, welche sich durch den Schlundring mit dem vordersten, meist im Kopfe gelegenen Ganglion der Bauchkette, dem unteren Schlundganglion, verbindet. Aus dem Gehirn entspringen die Sinnesnerven, während die Ganglien der Bauchkette Nervenstämme an die Muskeln, sowie an die Körperbedeckung entsenden. Neben diesem, dem cerebrospinalen Nervensysteme der Wirbelthiere vergleichbaren Systeme des Gehirnes und der Bauchganglienkette unterscheidet man bei den grösseren und höher organisirten Arthropoden ein Eingeweidenervensystem (*Sympathicus*), welches besondere mit jenem verbundene Ganglien und Nervengeflechte bildet, deren Verbreitungsbezirk besonders der Darmcanal ist. Bei den höheren Arthropoden unterscheidet man sehr allgemein paarige und unpaare Eingeweidenerven, die beide im Gehirn ihren Ursprung nehmen.

Fig. 403.



Nervensystem der Larve von *Coccinella*, nach Ed. Brandt. *Gfr* Ganglion frontale, *G* Gehirn, *Sg* Subœsophagealganglion, G^1 — G^{III} die Ganglien der Bauchkette in Brust und Abdomen.

Von *Sinnesorganen* sind vorzugsweise Augen verbreitet und werden bei nur wenigen parasitischen Formen vermisst. In der einfachsten Form sind es paarige oder unpaare, dem Gehirn aufliegende Augen mit lichtbrechenden Körpern ohne oder mit gemeinsamer Linse (*Stemmata* oder Punktaugen). Complicirter sind die stets in doppelter Zahl auftretenden zusammengesetzten

Augen, welche sich durch das Vorhandensein von Nervenstäben, sowie Krystallkegeln auszeichnen. Dieselben sind entweder Augen mit glatter Hornhaut (*Cladoceren*) oder besitzen als *Facettenaugen* zahlreiche kleine Cornealinsen, unter welchen die Krystallkegel und Nervenstäbe liegen. (Fig. 106 und 107.) Bei den Decapoden und anderen Crustaceen sitzen dieselben auf Stielen, den langausgezogenen, beweglich abgesetzten Seitentheilen des Kopfes. Augen-ähnliche Organe, die sich aber in neuerer Zeit als Leuchtorgane herausgestellt haben, hat man an den Kiefern und zwischen den Beinpaaren des Hinterleibes bei *Euphausia* beobachtet. Auch *Gehörorgane* kommen vor, am häufigsten bei den Krebsen als Gehörblasen mit Otolithen in der Basis der vorderen Antennen, selten in dem als Fächer bekannten Anhange des Hinterleibes. Ferner sind bei den Insecten Gehörorgane, freilich von abweichendem Bau, entdeckt worden. Ebenfalls verbreitet sind *Geruchsorgane*, welche ihren Sitz an der Oberfläche der Antennen haben und aus zarten Röhrchen oder eigenthümlichen Zapfen bestehen, unter denen die Sinnesnerven mit Anschwellungen enden. Als Tastorgane hat man die Antennen und Taster der Mundwerkzeuge, sowie wohl auch die Extremitätenspitzen, und an diesen eigenthümliche Kolben, Borsten und Haare der Haut mit Nervenendigungen anzusehen.

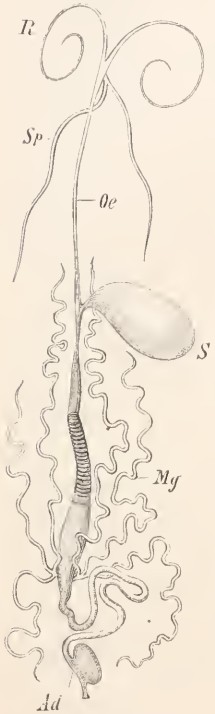
Ein selbstständiger *Verdauungsapparat* ist überall deutlich gesondert, tritt aber in sehr verschiedener Gestalt und Höhe der Ausbildung auf. Nur ausnahmsweise kann der Darm rückgebildet und geschwunden sein (Rhizocephalen). Der Mund liegt an der unteren Kopffläche, von einer Oberlippe überragt und meist rechts und links von Mundwerkzeugen umstellt, welche entweder zum Kauen oder Stechen und Saugen dienen. Eine engere oder weitere Speiseröhre führt in den Magendarm, welcher entweder einfach die Leibesachse durchsetzt oder sich in mehrfachen Windungen zusammenlegt. Speiseröhre und Mitteldarm (Chylusmagen) können selbst wieder in mehrfache Abschnitte zerfallen und sowohl Speicheldrüsen als Leberanhänge verschiedenen Umfang besitzen. Auf den Mitteldarm folgt der Enddarm mit der am hinteren Leibesende ausmündenden Afteröffnung.

Harnabsondernde *Excretionsorgane* kommen in weiter Verbreitung vor, in ihrer einfachsten Form als Zellen der Darmfläche (Copepoden), auf einer höheren Stufe als schlauchförmige, fadenähnliche Ausstülpungen des Enddarms (Malpighi'sche Gefässe). (Fig. 404.) Wichtig ist, dass sich in mehreren Arthropodenclassen die segmentalen Nephridien selten in grösserer, oft dagegen in reducirter Zahl erhalten haben. Dieselben beginnen meist nicht mehr mit freiem Trichter, sondern mit geschlossener Endblase und sind die bei den Crustaceen verbreiteten Antennen- und Schalendrüsen. Bei den Arachnoideen treten sie in Form der sogenannten Coxaldrüse auf, während sie bei den Peripatiden in fast sämmtlichen Segmenten als schleifenförmig gewundene Canäle wiederkehren, und mit geschlossener Endblase beginnen (*Sedgwick*).

Auch die *Circulations-* oder *Respirationsorgane* zeigen bei den sehr abweichenden Stufen der Organisation die grössten Verschiedenheiten. In dem

einfachsten Falle erfüllt die helle, seltener gefärbte, mit Blutkörperchen versehene Blutflüssigkeit die Leibeshöhle und die Zwischenräume aller Organe und circulirt in mehr unregelmässiger Weise zugleich mit der Bewegung verschiedener Körpertheile. Nicht selten sind es bestimmte Organe (Darm, schwingende Platten etc.), welche durch regelmässig wiederkehrende Bewegungen auf die Circulation des Blutes wirken (*Achtheres*, *Cyclops*). In anderen Fällen tritt auf der Rückenfläche oberhalb des Darmes ein kurzes sackförmiges Herz oder ein längerer, in Kammern abgetheilter, gefässartiger Schlauch, ein *Rückengefäss*, als blutbewegendes Organ auf. Von diesem können auch Gefässe, *Arterien*, entspringen, welche die Blutflüssigkeit in bestimmten Richtungen fortführen und mit freien Oeffnungen im Leibesraume enden. Auch rückführende venöse Bahnen treten auf, welche im Leibesraume beginnen. Vollständig geschlossen scheint das Gefässsystem niemals, da sich stets lacunäre Räume der Leibeshöhle in den Verlauf der Arterien und der rückführenden, oft gefässartig begrenzten Bahnen eingeschoben finden.

Fig. 404.



Darmcanal von *Pontia brassicae*, nach Newport. *R* Rüssel (Maxille), *Sp* Speicheldrüsen, *Oe* Oesophagus, *S* Saugmagen, *My* Malpighi'sche Gefässe, *Ad* Afterdarm.

Die Athmung wird sehr häufig, besonders bei kleineren und zarten Arthropoden, durch die gesammte Oberfläche des Körpers vermittelt. Bei grösseren Wasserbewohnern übernehmen besondere schlauchförmige, meist verästelte Anhänge der Extremitäten als *Kiemen* diese Function, während bei den luftlebenden Insecten, Myriapoden, Scorpionen und Spinnen innere, mit Luft gefüllte verästelte Röhren (*Tracheen*) oder Hohlblätter (*Fächertracheen*, *Lungen*) zur Respiration dienen. Nach dem Gegensatze der Athmungsorgane hat man wohl auch die Arthropoden in *Branchiata* und *Tracheata* eingetheilt.

Die Fortpflanzung der Arthropoden ist eine geschlechtliche, erfolgt aber zuweilen durch Entwicklung unbefruchteter Eier (*Parthenogenese*). Ovarien und Hoden sind ihrer Anlage nach ursprünglich paarig vorhanden, ebenso die Leitungswege, die freilich oft zu gemeinsamen Endstücken zusammentreten und mit medianer Geschlechtsöffnung ausmünden (*Insecten*, *Arachnoideen*). Mit seltenen Ausnahmen (*Cirripedien*, *Cymothoideen*) sind die Geschlechter getrennt. Männchen und Weibchen erscheinen in ihrer gesammten Gestalt und Organisation häufig wesentlich verschieden. Selten kommt es wie bei den Schmarotzerkrebsen zu einem so ausgeprägten Dimorphismus des Geschlechtes, indem die Männchen zwergartig klein bleiben und Parasiten-ähnlich am Körper des Weibchens festsitzen. Während des Begattungsactes, der oftmals eine äussere Vereinigung beider Geschlechter bleibt, werden häufig Spermatophoren am

weiblichen Genitalsegment befestigt oder durch das Begattungsorgan in die Vagina eingeschoben, von wo aus die Zoospermien zuweilen in besondere Samenbehälter gelangen. Die meisten Arthropoden legen Eier ab, indessen kommen in fast allen Gruppen auch vivipare Formen vor; die Eier werden entweder vom Mutterthiere umhergetragen oder an geschützten, an entsprechender Nahrung reichen Plätzen abgesetzt.

Meistens folgt auf die mehr oder minder complicirte Entwicklung des Embryos eine complicirte Metamorphose, während welcher die freilebenden Jugendformen als Larven einen mehrmaligen Wechsel der Haut erleiden. Nicht selten fehlen der eben geborenen Larve noch zahlreiche Segmente und Leibesabschnitte des Mutterthieres, in anderen Fällen sind sämmtliche Segmente zwar vorhanden, aber noch nicht zu den Regionen verschmolzen, und es gleichen die Larven durch die homonome Segmentirung, dann auch in Bewegung und Lebensweise den Anneliden. Die Metamorphose kann aber auch eine *rückschreitende* sein, indem die freischwimmenden Larven mit Sinnesorganen und Extremitäten versehen sind, im Verlaufe ihrer weiteren Entwicklung jedoch parasitisch werden, Augen sowie Locomotionsorgane verlieren und zu ungegliederten bizarren (*Lernaeen*) oder Entozoen-ähnlichen Formen sich umbilden (*Rhizocephalen*, *Pentastomiden*).

Wie überhaupt die wasserbewohnenden, durch Kiemen athmenden Thiere eine tiefere, genetisch ältere Stellung einnehmen, so sind auch unter den Arthropoden die *Branchiaten* (*Crustaceen*) die älteren, die *Tracheaten* die jüngeren Typen. Wenn es schon lange Zeit mit Bezug auf die Uebereinstimmung in Gestaltung und Organisation, auf Lage von Darm und Nervensystem, Gehirn und Bauchganglienkette kaum zweifelhaft sein konnte, dass die Arthropoden von den Anneliden phylogenetisch abzuleiten sind, so hat diese Auffassung durch die genauere Kenntniss der als Onychophoren früher für Anneliden gehalten, nunmehr als Anneliden-ähnliche Arthropoden erwiesenen *Peripatiden*, sowie in dem Nachweise segmentaler Nephridien bei Crustaceen und Arachnoideen eine wichtige Stütze und Bestätigung erhalten.

Doch sind es mindestens drei verschiedene von einander divergirende Reihen, denen die Arthropodenclassen angehören: 1. Die Reihe der Crustaceen; 2. die der Arachnoideen, ausgehend von den Gigantostraken; 3. die der Antennaten: die Onychophoren, Myriopoden und Insecten.

I. Classe. Crustacea [1]), Krebse.

Wasserbewohnende, durch Kiemen athmende Arthropoden mit zwei Antennenpaaren und zahlreichen Beinpaaren am Thorax und auch am Abdomen, mit Antennen- und Schalendrüse. Entwicklung mittelst Nauplituslarve.

[1]) Milne Edwards, Histoire naturelle des Crustacés. 3 Vol. und Atlas. 1838—1840. C. Claus, Untersuchungen zur Erforschung der genealogischen Grundlage des Crustaceensystems. Wien. 1876. Derselbe, Neue Beiträge zur Morphologie der Crustaceen. Arbeiten aus dem zool. Institut der Universität Wien. Tom. VI. 1886.

Die Crustaceen, deren Namen von der oft harten, durch Kalksalze incrustirten Körperhaut entlehnt ist und lediglich für die grösseren Malacostraken passt, bewohnen vorwiegend das Wasser und nur in vereinzelten Ausnahmen das Land. Als wichtiger Charakter ist die grosse Zahl von Gliedmassenpaaren hervorzuheben, welche mit Ausnahme der Vorderfühler oder vorderen Antennen (Antennulae) aus zweiästigen Spaltfüssen des Rumpfes hervorgegangen sind.

In die Bildung des Kopfes treten ausser dem, aus dem Stirnlappen der Anneliden abzuleitenden, Augen und Vorderfühler tragenden Stirnabschnitt vier nachfolgende, mit jenem und unter einander verschmolzene Rumpfsegmente

Fig. 405.

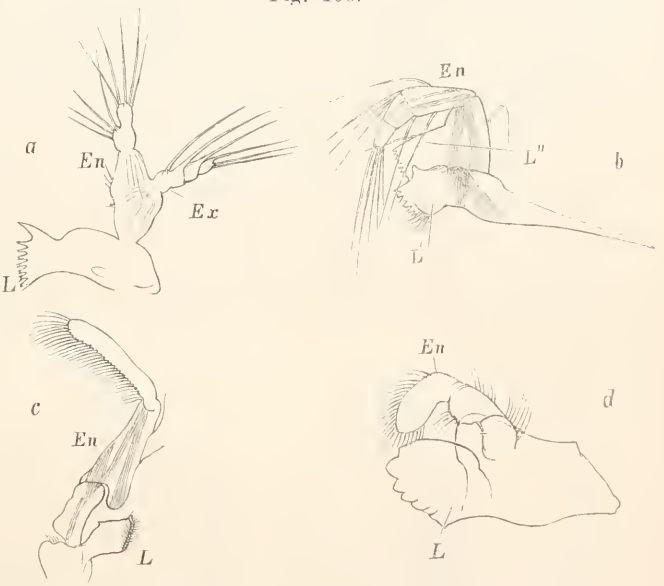
Larve von *Estheria*. *a* Jüngeres Stadium. Die in der Maxillarregion entwickelten Duplicaturen überwachsen als zwei Schalenklappen den Thorax. *b* Weiter vorgeschrittenes Stadium. Die Schalen haben auch den Kopf überwachsen. *A'* Antennula, *A''* (zweite) Antenne, *Md* Mandibel, *Ob* Oberlippe, *C* Herz, *SD* Schalendrüse, *D* Darm, *N* Nervensystem, *FrO* Frontalorgan, *O* Medianauge.

ein, deren Gliedmassen die ursprünglich dem Mundsegmente angehörigen, über dieses hinaus nach vorne gerückten hintern Antennen, sowie die Mandibeln und zwei Maxillenpaare sind. Häufig verschmilzt jedoch diese als Kopf zu unterscheidende Region mit einem oder zahlreichen nachfolgenden Segmenten des Mittelleibes oder Thorax zu einem dann als *Kopfbruststück* oder *Cephalothorax* zu bezeichenden Abschnitt.

Die Gliedmassen des Mittelleibes, die Thoracalfüsse, erweisen sich dem verschiedenen Gebrauche entsprechend überaus verschieden gestaltet, und oft

stehen insbesondere da, wo ein Cephalothorax vorhanden ist, ein oder mehrere vordere Paare als sogenannte Beikiefer oder Kieferfüsse in Beziehung zur Nahrungsaufnahme. Die Verschmelzung der Leibessegmente kann aber auch eine sehr ausgedehnte sein und sich nicht nur auf eine festere Vereinigung fast sämmtlicher Brustsegmente unter einem Kopfbrustschilde (Decapoden) erstrecken, sondern auch die des Abdomens betreffen (Isopoden). Von grosser Bedeutung ist eine am Rücken und den Seiten der Maxillarregion auftretende Hautduplicatur, welche in Form eines einfachen oder zweiklappigen Schildes (Schale) den Thorax und das Abdomen, sowie, im Falle der Ausbildung zu zwei muschelähnlichen Schalenklappen, auch den Kopf überwächst. (Fig. 405 *a* und *b*.) Im Extrem kann sich diese Duplicatur zu einem mantelähnlichen Sack gestalten, welcher den Körper umhüllt (Rhizocephalen) und durch Einlagerung von Kalkplatten eine gewisse Aehnlichkeit mit Muscheln vortäuscht (Cirripedien).

Fig. 406.



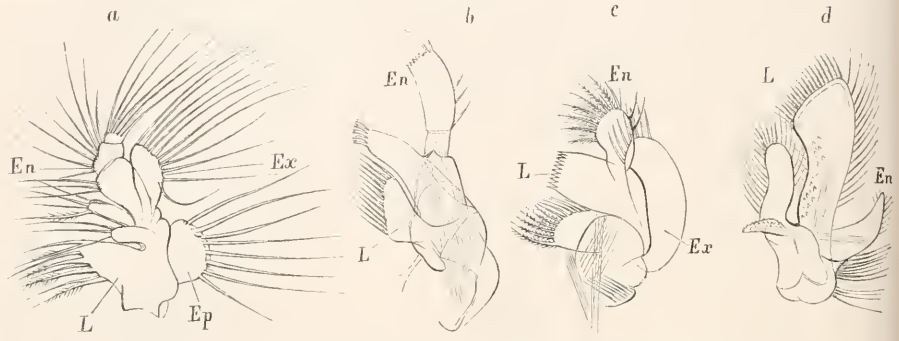
Mandibeln *a* von *Calanus*, *b* von *Conchoecia*, *c* von *Nebalia*, *d* von *Astacus*. *L* Kaulade, *En* Endopodit, *Ex* Exopodit. Bei *Conchoecia* findet sich auch am ersten Gliede des Endopoditen (Taster) eine Kaulade (*L''*).

Am Kopfe heften sich zwei, gewöhnlich als Sinnesorgane fungirende Fühlerpaare an, die aber auch zugleich als Bewegungsorgane oder zum Ergreifen und Anklammern dienen können. Von denselben sind die Vorderantennen nicht ohneweiters auf die Gliederungsform, die für alle nachfolgenden Gliedmassenpaare als modificirte Rumpffüsse massgebend ist, zurückzuführen und repräsentiren ursprünglich eine einzige Gliederreihe (Fig. 420 *A'*), an der freilich secundär Nebenäste hervorwachsen können. (Fig. 411.)

Für sämmtliche nachfolgende, auf pastorale Segmente beziehbare Gliedmassen kann die zweiästige Extremität der Naupliuslarve als Grundform gelten, welche aus einem zweigliedrigen, mit medianen Hakenfortsätzen bewaffneten Stamm (*Protopodit*), einem die Gliederreihe des Stammes fortsetzenden Innenast (*Endopoditen*) und lateralwärts am zweiten Stammglied entspringenden Aussenast (*Exopodit*) (Fig. 405 *a* und *b*, *A''*) besteht. In vielen, besonders den höheren Formengruppen, verliert die Antenne den Nebenast oder bildet denselben zu einer Schuppe um, wie überhaupt die Gestaltung dieser Gliedmassen grosse Verschiedenheiten bietet.

Es folgen dann die zu Mundwerkzeugen umgestalteten Gliedmassen, die *Mandibeln* und zwei Paare von *Maxillen*. Die ersteren gruppiren sich zu den Seiten einer meist helmförmig die Mundöffnung überragenden *Oberlippe*, unter welcher häufig eine kleine als *Unterlippe* unterschiedene, zwei tasterähnliche Lappen (*Paragnathen*) tragende Platte liegt und mit der ersteren eine die Kaufortsätze der Mandibeln aufnehmende Atrialhöhle umgrenzt. Die Mandibeln

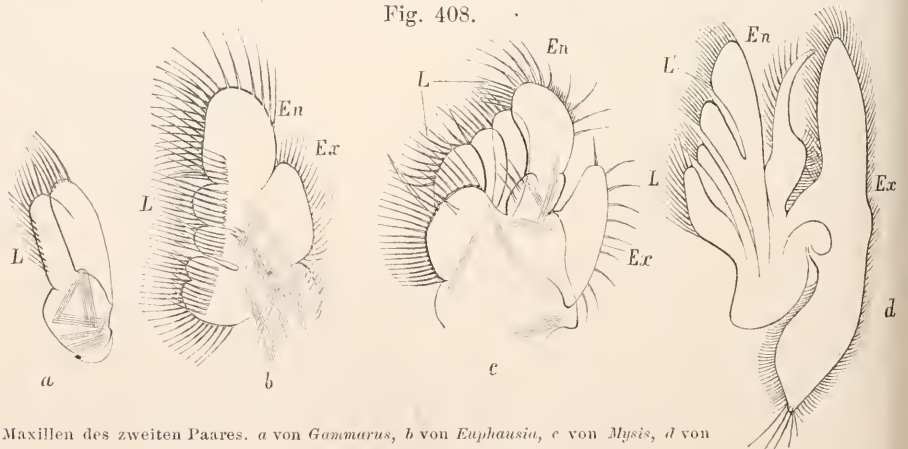
Fig. 407.



Maxillen des ersten Paares. *a* von *Calanus*, *b* von *Gammarus*, *c* von *Euphausia*, *d* von *Astacus*. *L* Laden, *En* Endopodit, *Ex* Exopodit, *Ep* Epipodialplatte.

bilden meist einfache aber feste und harte, bezahnte Kauplatten (Fig. 406), welche morphologisch dem Coxalgliede der Gliedmasse entsprechen, deren nachfolgende Glieder einen tasterartigen Anhang (*Mandibulartaster*) darstellen. Viel schwächer, aber mit mehreren Laden versehen, erweisen sich die zwei Paare Unter-

Fig. 408.



Maxillen des zweiten Paares. *a* von *Gammarus*, *b* von *Euphausia*, *c* von *Mysis*, *d* von *Astacus*. *L* Laden, *En* Endopodit, *Ex* Exopodit.

kiefer, *Maxillae*. Dieselben charakterisiren sich durch das Auftreten von Kaufortsätzen (Laden) des Stammes, an welchem der Endopodit und Exopodit meist als beinförmige Tasteranhänge oder fächerartige Platten erhalten sind. (Fig. 407.)

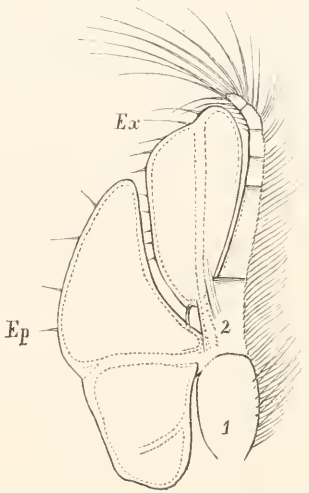
Ausnahmsweise (Calaniden) kann auch ein Epipodialanhang, der bei den höheren Krebsen erst an den Thoracalfüssen auftritt und zu der Entwicklung von Kiemen in Beziehung steht, vorhanden sein. (Fig. 407 *a*.) Die Maxillen

des zweiten Paares erweisen sich meist als vereinfachte Wiederholungen der ersteren, können jedoch auch bedeutender abweichen. Bei den Copepoden inseriren sich nach Rückbildung des Stammes die beiden Aeste von einander getrennt und werden hier als Kieferfüsse bezeichnet (Fig. 422, *Kf'*, *Kf''*). Bei vielen parasitischen Copepoden sind dieselben zu Greiforganen umgestaltet.

Die Thoracalbeine gestatten die gleiche Zurückführung auf einen zweigliedrigen Schaft mit Endopoditen und Exopoditen, doch kommt am Basalglied des Schaftes noch ein Epipodialanhang, Epipodit, sowie ein oder mehrere als Kiemen fungirende Anhänge hinzu. (Fig. 409.) Die vorderen Paare dieser Gliedmassen bilden Ober- und Unterlippe nicht selten zu einem Saugschnabel um, in welchem die stiletförmigen Mandibeln als Stechwaffen liegen.

Thoracalbeine treten oft in ihren vorderen Paaren in Beziehung zur Nahrungsaufnahme und sind dann dem Munde genäherte, nach vorne gerückte sogenannte Kieferfüsse (*Pedes maxillares*). Sie können aber auch unter einander im Wesentlichen gleichgestaltet bleiben und dienen dann sämmtlich vornehmlich zur Herbeistrudelung der Nahrung und zur Locomotion (*Nebalia*). Indessen bieten sie nach der besonderen Lebensweise und Bewegungsart eine äusserst mannigfaltige Gestaltung; dieselben sind breite, blattförmige Schwimmfüsse (*Phyllopoden*) oder zweiästige Ruderfüsse (*Copepoden*), sie können als Rankenfüsse (*Cirripedien*) zum Strudeln dienen, oder zum Kriechen, Gehen und Laufen (*Isopoden*, *Decapoden*) eingerichtet sein. Im letzteren Falle enden einige von ihnen mit Haken oder Scheeren.

Fig. 409.



Brustfuss von *Nebalia*. *1*, *2* die Glieder des Schaftes (Protopodit), in ihrer Verlängerung der Endopodit, *Ex* Exopodit, *Ep* Epipodit.

Die Gliedmassen des Hinterleibes endlich, welcher häufig in toto bewegt wird und zur Unterstützung der Locomotion dient, sind von jenen des Mittelleibes verschieden und entweder ausschliesslich Locomotionsorgane, Spring- und Schwimmfüsse (*Amphipoden*), oder sie dienen mit ihren Anhängen zur Respiration, auch wohl zum Tragen der Eier und zur Begattung (*Decapoden*).

Nicht minder verschieden als die äussere Form und der Körperbau verhält sich die innere Organisation. Das *Nervensystem* besteht bei den niederen Formen oft aus einer nicht weiter gegliederten Ganglienmasse in der Umgebung des Schlundes, welche sowohl dem Gehirn als dem Bauchmark entspricht und alle Nerven entsendet. Bei den höheren Krebsen ist ein gesondertes Gehirn und eine meist gestreckte, sehr verschieden gestaltete Bauchganglienkette, sowie stets ein reiches Geflecht von Eingeweidenerven und Ganglien des Sympathicus vorhanden. Von *Sinnesorganen* sind Augen am meisten verbreitet, entweder als einfache Punktaugen (unpaare oder paarige), oder als

zusammengesetzte Augen mit glatter oder facettirter Hornhaut, im letzteren Falle oft in die beweglich abgesetzten Seitentheile des Kopfes (*Stielaugen*) hineingerückt. Auch *Gehörorgane* kommen vor, meist im Basalgliede der ersten Antennen, selten in den Schwanzplatten am hinteren Leibesende (*Mysis*). Zur Vermittlung wahrscheinlich der *Geruchsempfindung* dienen zarte Haare und Fäden der vorderen Antennen.

Der *Verdauungscanal* erstreckt sich in der Regel in gerader Richtung vom Mund zu dem am hinteren Leibesende gelegenen After. Bei den höheren Formen erweitert sich die Speiseröhre vor dem Mitteldarme in einen mit Chitinplatten bewaffneten Vormagen. Am langen Mitteldarme sitzen einfache oder ramificirte Leberschläuche auf.

Als *harnabsondernde* Organe betrachtet man die an der Basis der hinteren Antennen ausmündende Drüse (*Antennendrüse*) der Malacostraken, welche unter den Entomostraken nur im Larvenleben auftritt und später rückgebildet wird. Dieselbe Bedeutung hat ein zweites Paar gewundener Drüsenschläuche, welches man gleich dem ersteren auf ein segmentales Nephridienpaar der Anneliden zurückführt. Dieses hat seinen Namen *Schalendrüse* wegen der Ausbreitung im Schalenraum und kommt in besonderer Ausbildung bei den Entomostraken vor, fehlt jedoch auch bei den Malacostraken keineswegs überall. Es können aber auch am Darmcanal kurze, den Malpighi'schen Gefässen analoge harnabsondernde Schläuche vorkommen (*Brachyuren*, *Amphipoden*).

Die *Kreislaufsorgane* treten in sehr verschiedenen Formen auf, von der grössten Vereinfachung bis zur höchsten Complication eines fast geschlossenen Systems arterieller Gefässe und venöser Blutbahnen. Das Blut ist meist farblos, zuweilen grün, selbst roth gefärbt und enthält in der Regel zellige Blutkörperchen.

Athmungsorgane fehlen entweder völlig oder sind Kiemenschläuche am Basalgliede der Brustfüsse oder an den Füssen des Abdomens; im ersteren Falle können dieselben in einem besonderen, durch eine Integumentduplicatur (Schale) gebildeten Kiemenraume an den Seiten des Cephalothorax eingeschlossen liegen.

Mit Ausnahme der hermaphroditischen *Cirripedien* und *Fischasseln* sind alle Krebse getrennten Geschlechts. Männliche und weibliche Geschlechtsorgane münden meist an der Grenze von Brust und Abdomen, entweder am letzten, beziehungsweise am drittletzten Brustringe, oder am ersten Abdominalsegmente. Beide Geschlechter unterscheiden sich auch in der Regel durch eine Reihe von äusseren Merkmalen. Die Männchen sind kleiner, zuweilen sogar zwergartig und dann, Parasiten vergleichbar, an dem Weibchen befestigt; dieselben besitzen fast durchwegs Einrichtungen zum Festhalten des Weibchens und zum Ankleben der Samenschläuche während der Begattung. Die grösseren Weibchen dagegen tragen häufig die Eier in Säckchen mit sich herum, deren Hüllen sie mittelst des Secretes von Kittdrüsen bereiten.

Die *Entwicklung* erfolgt entweder durch Metamorphose, welche zuweilen eine rückschreitende ist, oder auf directem Wege, indem die Jungen bereits in der Körperform der Eltern das Ei verlassen. Als Ausgangspunkt ist die als

Nauplius bekannte Larve von grosser, jedoch nicht phyletischer Bedeutung. (Fig. 410.) Diese Larve besitzt einen ovalen Leib mit dreitheiligem Medianauge und drei Gliedmassenpaaren für Tastempfindung, Nahrungsaufnahme und Locomotion. Diese Gliedmassen entsprechen den späteren Antennen und Mandibeln; die vorderen, welche zu den Sinnesantennen werden, sind einästig, die beiden anderen tragen auf einem breiteren Schafte zwei Aeste, ein Endopodit und Exopodit.

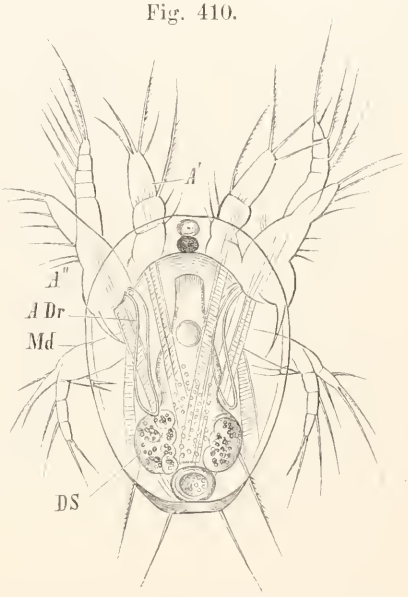
In einzelnen Gruppen (*Phyllopoden* und *Ostracoden*) ist das Vorkommen von Parthenogenese constatirt.

Fast alle Crustaceen nähren sich von thierischen Stoffen, viele saugend von Säften lebender Thiere, an denen sie schmarotzen.

Zur systematischen Uebersicht des überaus vielgestaltigen Formengebietes erscheint es naturgemäss, die zahlreichen Ordnungen, welche von einer gemeinsamen Stammgruppe der hypothetischen *Protostraken* abgeleitet werden können, in zwei als Unterclassen zu trennenden Reihen zu ordnen.

In die erstere derselben werden als *Entomostraca* (O. Fr. Müller) die kleinen einfacher organisirten Crustaceen von überaus variirender Zahl und Gestaltung der Gliedmassen zusammengefasst, die Ordnungen der *Phyllopoden*, *Ostracoden*, *Copepoden*, *Cirripedien* und *Rhizocephalen*, wenn man die letztere als Ordnung betrachten will. Die Entomostraken besitzen meist eine Schalenduplicatur und Schalendrüse und beginnen in ihrer Entwicklung mit der *Nauplius*larve.

Fig. 410.



Nauplius von *Cyclops*. *A Dr* Schleifencanäle der Antennendrüse, *A'*, *A''*, *Md* die drei den Antennen und der Mandibel entsprechenden Gliedmassenpaare, *DS* Darmsaussackungen mit Harnzellen.

Denselben stehen als *Malacostraca* (Aristoteles) die durch eine bestimmte Zahl von Leibessegmenten und Gliedmassen charakterisirten höheren Crustaceen gegenüber, die Ordnungen der *Arthrostraca* (*Amphipoden* und *Isopoden*) und *Thoracostraca* (*Cumaceen*, *Stomatopoden*, *Schizopoden* und *Decapoden*). Auch hier ist oft eine Schalenduplicatur entwickelt, und auch die Schalendrüse kann erhalten sein, wenngleich die Antennendrüse eine verhältnissmässig grössere Verbreitung und Ausbildung gewinnt. Meist beginnt die freie Entwicklung mit einem höheren Larvenstadium als dem der Nauplinsform, doch kann auch diese als jüngste Larve auftreten.

Dazu kommt die seither mit Unrecht unter die Phyllopoden aufgenommene Gattung *Nebalia*, welche man als Repräsentant einer alten, die Phyllopoden und Malacostraken verbindenden Gruppe betrachten und als *Leptostraca* unter-

scheiden kann. Mit derselben dürften die palaeozoischen Gattungen *Dictyocaris*, *Hymenocaris*, *Ceratiocaris* etc. (*Palaeocariden*) zu vereinigen sein.

Den wahren Crustaceen gegenüber haben wir endlich noch unter den Branchiaten als *Gigantostraca* eine Anzahl grossentheils fossiler und schon den ältesten Formationen angehöriger Formengruppen zu vereinigen, deren Entwicklungsgeschichte keinen Rest von der für die echten Crustaceen (im engeren Sinne) so bedeutungsvollen *Nauplius*form aufweist, während sich mit grosser Wahrscheinlichkeit Verwandtschaftsbeziehungen zu den Arachnoideen feststellen lassen. Es sind die Ordnungen der *Merostomen* und *Xiphosuren*, denen wahrscheinlich die *Trilobiten* anzuschliessen sind, mit denen sie genetisch in dieselbe Entwicklungsreihe gehören.

I. Unterclasse. **Entomostraca.**

1. Ordnung. **Phyllopoda** [1]**, Phyllopoden.**

Crustaceen von meist gestrecktem, oft deutlich gegliedertem Körper, mit oder ohne Schalenduplicatur, mit tasterloser Mandibel und rudimentären Maxillen, mit wenigstens vier, meist mit zahlreichen Paaren von blattförmigen, gelappten Schwimmfüssen.

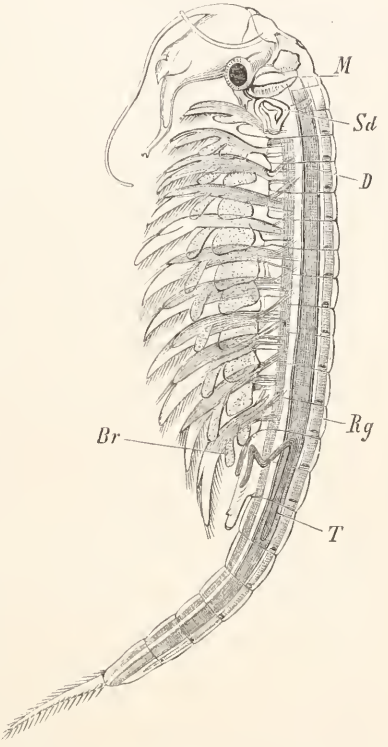
Verschieden gestaltete, kleinere und grössere Crustaceen, welche in der Bildung ihrer blattförmigen, gelappten Beine übereinstimmen, in der Zahl der Leibessegmente und Extremitäten, sowie in der inneren Organisation mannigfach abweichen. Nach Körperbau und innerer Organisation wie Entwicklung scheinen dieselben ursprünglichen Zuständen am nächsten zu stehen und als die am wenigsten veränderten Abkömmlinge alter Typen betrachtet werden zu können. Der Leib ist entweder cylindrisch, langgestreckt und deutlich segmentirt, ohne freie Hautduplicatur, z. B. *Branchipus* (Fig. 411), oder von einem breiten und abgeflachten Schilde bedeckt, welcher nur den hinteren Theil des ebenfalls deutlich segmentirten Leibes frei hervortreten lässt, z. B. *Apus*. (Fig. 413.) In anderen Fällen ist der Körper seitlich comprimirt und von einer zweiklappigen Schale umschlossen, aus welcher der Vordertheil des Kopfes hervorragt, *Cladoceren*, oder endlich der seitlich comprimirte Körper wird von der Rückenfläche aus vollständig von einer zweiklappigen Schale bedeckt, *Estheriden*. Zuweilen setzt sich der Kopf schärfer ab, während Mittelleib und Abdomen weniger bestimmt abzugrenzen sind. Meist bleiben nur die hinteren Segmente gliedmassenlos. Sehr oft endet der Hinterleib mit einem ventralwärts nach vorne umgebogenen Abschnitt, welcher an den Seiten des hinteren Randes zwei Reihen nach hinten gerichteter Krallen trägt, von denen die beiden letzten, an

[1]) Ausser den älteren Werken von O. Fr. Müller, Jurine, M. Edwards, vergl. Zaddach, De Apodis cancriformis anatome et historia evolutionis. Bonnae, 1841. E. Grube, Bemerkungen über die Phyllopoden. Archiv für Naturgesch. 1853 und 1855. Fr. Leydig, Naturgeschichte der Daphniden. Tübingen, 1860.

der Spitze des Schwanzanhanges entspringenden bei Weitem am stärksten sind. In anderen Fällen sind zwei flossenförmige Furcalglieder vorhanden (*Branchipus*).

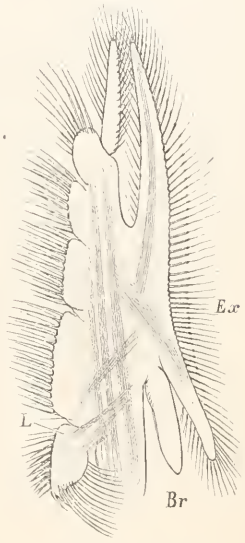
Am Kopfe finden wir zwei Antennenpaare, welche jedoch am erwachsenen Thiere theils rückgebildet, theils in eigenthümlicher Weise umgeformt sein können. Die vorderen, schlechthin als Spürantennen bezeichnet, bleiben klein und sind die Träger der zarten Geruchsfäden. Die hinteren Antennen sind häufig grosse zweiästige Ruderarme, können aber auch beim Männchen Greiforgane sein (*Branchipus*). In anderen Fällen (*Apus*) verkümmern sie und fallen ganz weg. Von Mundwerkzeugen unterscheidet man überall unterhalb der ansehnlichen Oberlippe zwei breite verhornte, im ausgebildeten Zustande stets tasterlose Mandibeln mit bezähnter Kaufläche, denen noch ein oder zwei Paare von schwachen Maxillen folgen. Letztere entbehren der Gliederung und sind meist einfache Ladenplatten. Am Thorax finden sich meist zahlreiche Beinpaare, welche sich nach dem hinteren Körperende zu verjüngen. Dieselben sind blattförmig gelappte zweiästige Schwimmfüsse und dienen zugleich durch Strudelung als Hilfswerkzeuge der Nahrungsaufnahme. Auf den kurzen, meist mit einem Kieferfortsatze versehenen Basalabschnitt folgt ein langer blattförmiger Stamm mit Borsten am Innenrand. Derselbe setzt sich direct in den mehrfach gelappten inneren Ast (Endopodit) fort und trägt an seiner Aussenseite den borstenrandigen, meist zweizipfligen äusseren Fussast (Exopodit), sowie nahe seiner Basis ein schlauchförmiges Kiemensäckchen. (Fig. 412.) Indessen können die vorderen, ja sogar sämmtliche Beinpaare (*Leptodora*) auch Greiffüsse sein und der Kiemenanhänge entbehren.

Fig. 411.



Männchen von *Branchipus stagnalis*. *Rg* Herz oder Rückengefäss, dessen Spaltöffnungen sich in jedem Segmente wiederholen, *D* Darm, *M* Mandibel, *Sd* Schalendrüse, *Br* Kiemenanhang der 11 Beinpaare, *T* Hoden

Fig. 412.

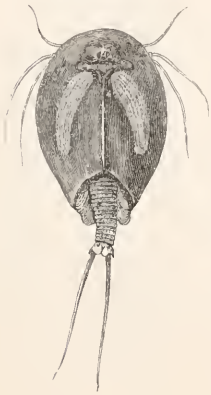


Schwimmfuss von *Estheria*. Die beiden Stammglieder mit den Ladenfortsätzen (*L*), *En* gelappter Endopodit, *Ex* Exopodit, *Br* Branchialsäckchen.

Die Phyllopoden haben ein grosses, zuweilen median verschmolzenes Augenpaar, neben dem das kleine mediane Entomostrakenauge persistiren kann, und einen eigenthümlichen Sinnesapparat in der Stirn- (*Branchipus*) oder Nackengegend (*Cladoceren*). Das Bauchmark ist meist eine strickleiterförmige Ganglienkette. Die Nerven des zweiten Antennenpaares entspringen unterhalb des Schlundes oder an der Commissur. Ein sackförmiges oder gekammertes Herz regulirt den Kreislauf. Stets findet sich die in Windungen zusammengelegte *Schalendrüse*, welche an der hinteren Maxille ausmündet. Zur *Respiration* dient die durch die Schalenduplicatur, sowie durch die blattförmigen Schwimmfüsse sehr vergrösserte Oberfläche des Körpers, ferner die Oberfläche der Branchialsäckchen.

Die Phyllopoden sind getrennten Geschlechtes. Die Männchen unterscheiden sich von den Weibchen durch den Bau der grösseren und mit Riechhaaren reicher besetzten vorderen Antennen und auch wohl durch die vorderen, mit Greifhaken bewaffneten Schwimmfüsse. Im Allgemeinen treten die Männchen minder häufig und in der Regel nur in bestimmten Jahreszeiten auf. Indessen vermögen die Weibchen der kleineren *Phyllopoden* (*Cladoceren*) auch ohne Begattung und Befruchtung Eier zu produciren, welche als sogenannte Sommereier spontan zur Entwicklung gelangen und zur Entstehung mehrerer der männlichen Thiere entbehrenden Generationen führen. Auch bei einzelnen Gattungen von *Branchiopoden* ist Parthenogenese Regel, z. B. bei *Artemia* und bei *Apus*, dessen Männchen erst seit wenigen Jahren bekannt sind. Meist tragen die Weibchen die abgelegten Eier an besonderen Anhängen oder auf der Rückenfläche in einem Brutraum unter der Schale mit sich herum. Die ausschlüpfenden Jungen besitzen entweder bereits die Form des ausgewachsenen Geschlechtsthieres (*Cladoceren*), oder durchlaufen eine complicirte Metamorphose, indem sie als Naupliuslarven mit drei Gliedmassenpaaren die Eihülle verlassen (*Branchiopoden*).

Fig. 413.



Apus cancriformis.

Die Phyllopoden bewohnen zum kleineren Theile das Meer, leben vielmehr vorzugsweise in stehenden Süsswasserlachen, einzelne auch in Salzlachen und sind über alle Welttheile verbreitet.

1. Unterordnung. *Branchiopoda* [1]), *Branchiopoden. Phyllopoden mit deutlich segmentirtem Körper, oft von einer flachen schildförmigen oder seitlich comprimirten zweiklappigen Schale umschlossen, mit 10 bis etwa 30 und mehr*

[1]) Schäffer, Der krebsartige Kieferfuss etc. Regensburg, 1856. A. Kozubowski, Ueber den männlichen Apus cancriformis. Archiv für Naturgesch., Tom. XXIII, 1857. C. Claus, Zur Kenntniss des Baues und der Entwicklung von Branchipus und Apus etc. Göttingen, 1873. Derselbe, Untersuchungen über die Organisation und Entwicklung von Branchipus und Artemia. Arbeiten aus dem zool. Institute, Wien, Tom. VI, 1886. A. S. Packard, A monograph of North American Phyllopod Crustacea. Washington, 1883.

Paaren von blattförmigen Schwimmfüssen, an denen sich stets Kiemensäckchen finden.

Der Darmcanal besitzt zwei seitliche, nur ausnahmsweise kurze und einfach schlauchförmige (*Branchipus*), in der Regel traubig verästelte Leberanhänge. Das Herz erscheint als gestrecktes Rückengefäss mit zahlreichen Paaren seitlicher Spaltöffnungen und kann sich durch die ganze Länge von Brust und Hinterleib erstrecken (*Branchipus*). Die stets paarigen, zu den Seiten des Darmcanals gelegenen Geschlechtsorgane münden an der Grenze von Brust und Abdomen. Im weiblichen Geschlechte sind es kleine Spaltöffnungen, im männlichen Geschlechte können sich an die Ausmündungsstellen vorstülpbare Begattungsorgane anschliessen (*Branchipus*).

Die Männchen unterscheiden sich von den Weibchen vornehmlich durch die Bewaffnung der vorderen (*Cladoceren*) oder zwei vorderen Beinpaare mit Greifhaken (*Estheriden*), sowie durch die Grösse der Vorderfühler (Fig. 414 *a*, *c*, *d*), zuweilen auch durch die Umbildung der hinteren Antennen zu Greifwerkzeugen (*Branchipus*). Auffallend ist bei einzelnen Gattungen das seltene Vorkommen der Männchen, die nur unter gewissen Bedingungen in bestimmten Generationen aufzutreten scheinen, mit denen parthenogenetisch sich fortpflanzende Generationen wechseln. Die Eier entwickeln sich allgemein unter dem Schutze des mütterlichen Körpers, entweder in einer taschenförmigen Erweiterung des Oviductes (*Branchipus*), oder zwischen den Schalen des Mutterthieres an fadenförmigen (*Estheria*), oder in sackähnlichen (*Apus*) Anhängen bestimmter (9. bis 11.) Beinpaare getragen. Dieselben durchlaufen, soweit bekannt, eine totale Dotterfurchung und schlüpfen als Naupliuslarven mit drei Gliedmassenpaaren aus, von denen jedoch die vorderen (die späteren Vorderfühler) bei den *Estheriden* nur schwache, mit einer Borste besetzte Erhebungen darstellen, die des dritten Paares dagegen bei *Apus* klein und verkümmert sind.

Die Branchiopoden gehören fast durchwegs den Binnengewässern an, und leben vornehmlich in seichten Süsswasserlachen, nach deren Austrocknung die im Schlamme eingetrockneten Eier entwicklungsfähig bleiben. Einzelne Arten wie *Artemia salina* werden in Salzlachen gefunden.

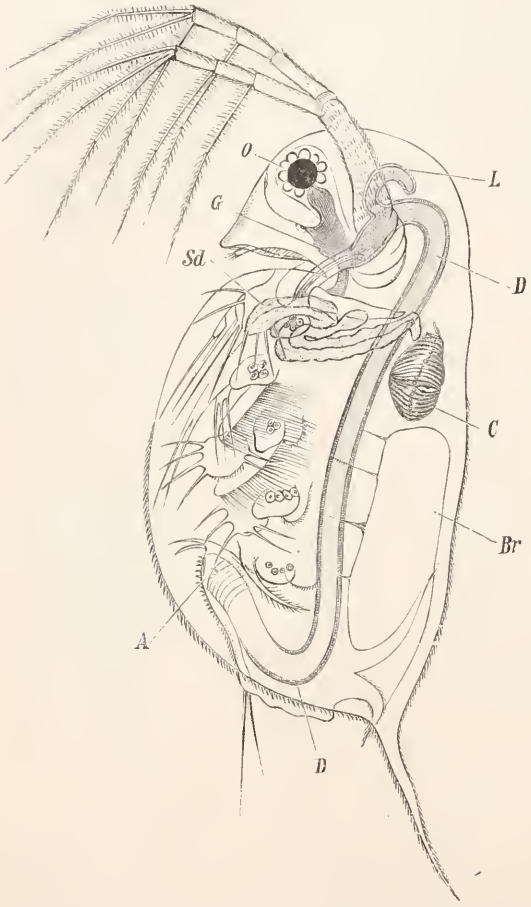
Branchipus pisciformis Schäff. = *B. stagnalis* L. (Fig. 411), ohne Schale, in Lachen Deutschlands zugleich mit *Apus cancriformis*. *B. diaphanus* Prév., Frankreich. *Artemia salina* L. in Salzlachen bei Triest, Montpellier. Legen bald hartschalige Eier ab, bald gebären sie lebendige Junge. *Apus cancriformis* Schäff. (Fig. 413), mit schildförmiger Schale, Deutschland. Die seltenen Männchen sind an der normalen Gestaltung des 11. Beinpaares kenntlich. Leben in Pfützen und Süsswasserlachen mit *Branchipus* vergesellschaftet. *Estheria cycladoides* Joly, mit vollständiger Schale.

2. Unterordnung. *Cladocera* [1]), *Wasserflöhe. Kleine, seitlich comprimirte Phyllopoden, deren Körper bis auf den frei hervortretenden Kopf meist von*

[1]) Ausser dem bereits citirten Werke von F. Leydig vergl. H. E. Strauss-Dürkheim, Mémoire sur les Daphnia de la classe des Crustacés. Mém. du Mus. d'hist. nat., Tom. V und VI, 1819 und 1820. P. E. Müller, Bidrag til Cladocerernes Fortplantning-historie. Kjöbenhavn, 1868. G. O. Sars, Om en dimorph Udvikling samt Generationsvexel hos Lepto-

einer zweiklappigen Schale umschlossen wird, mit grossen Ruderantennen und 4—6 Paaren von Schwimmfüssen. Die Kiemensäckchen fehlen häufig.

Fig. 414.



Daphnia. *C* Herz; man sieht die Spaltöffnung der einen Seite. *D* Darmcanal, *L* Leberkörnchen, *A* After, *G* Gehirn, *O* Auge, *Sd* Schalendrüse, *Br* Brutraum unter der Schalenduplicatur des Rückens.

Die Cladoceren sind die kleineren, einfach organisirten Phyllopoden, zu deren Ableitung die Jugendformen der beschalten Branchiopoden, die Estherienlarven mit sechs Beinpaaren, die besten Anhaltspunkte bieten. Den vorderen kurzen Spürantennen gegenüber sind die hinteren Antennen zu zweiästigen, mit zahlreichen langen Borsten besetzten Ruderarmen umgebildet. Die 4—6 Beinpaare sind nicht immer sämmtlich blattförmige Schwimmbeine, sondern in vielen Fällen cylindrische Schreit- und Greiffüsse. (Fig. 414, 415.) Das ventralwärts umgeschlagene Abdomen des Weibchens besitzt an seiner Rückenseite mehrere Höcker zum Abschluss des Brutraumes und besteht meist aus drei Segmenten nebst dem mit Hakenreihen besetzten analen Endabschnitt. Der letztere beginnt mit zwei dorsalen Tastborsten und endet mit zwei als Furca zu deutenden Haken, die auch griffelförmig gestaltet sein können.

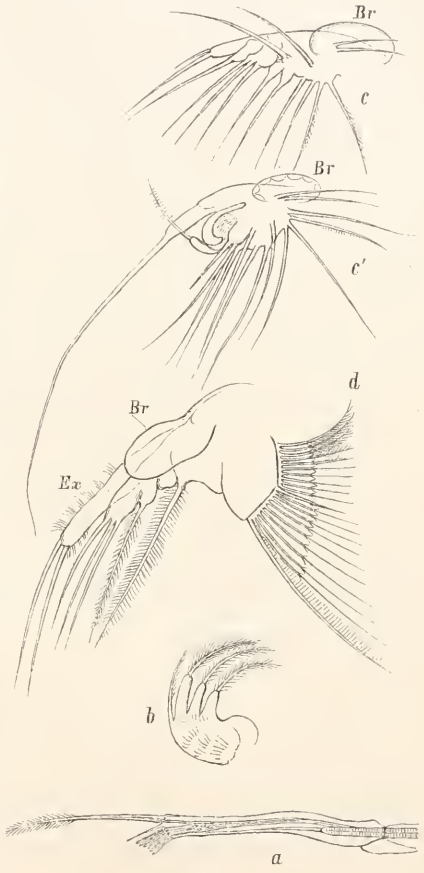
Die innere Organisation erscheint der geringen Körpergrösse entsprechend vereinfacht. Die zusammengesetzten Augen verschmelzen in der Mittellinie zu einem grossen, in zitternder Bewegung begriffenen Stirnauge, unter welchem

---

dora. Vidensk. Selsk. Forh., 1873. A. Weismann, Beiträge zur Kenntniss der Daphnoiden I—VII. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XXVII, XXVIII, XXX Suppl. und XXXIII, 1876—1880. C. Claus, Zur Kenntniss der Organisation und des feineren Baues der Daphniden. Ebendaselbst, Tom. XXVII, 1876. Derselbe, Zur Kenntniss des Baues und der Organisation der Polyphemiden. Wien, 1877. C. Grobben, Die Embryonalentwicklung von *Moina rectirostris*. Arbeiten aus dem zool. vergl.-anatom. Institut, II. Bd. Wien, 1879.

das unpaare einfache Nebenauge meist erhalten bleibt. Als besonderer, nicht näher bestimmbarer Sinnesapparat tritt ein Complex von Ganglienzellen in der Nackengegend auf. Das Herz besitzt eine ovale sackförmige Gestalt mit zwei venösen quergestellten Seitenostien und einer vorderen arteriellen Oeffnung und contrahirt sich äusserst rasch in rhythmischen Pulsationen. Trotz des Mangels von Arterien und Venen vollzieht sich der Kreislauf der mit amoeboiden Zellen erfüllten Blutflüssigkeit in regelmässigen, durch Lücken und Räume des Leibes vorgezeichnetenBahnen. Ueberall findet sich die schleifenförmig gewundene Schalendrüse. Minder verbreitet ist die als Haftorgan fungirende *Nackendrüse*. Die Sexualdrüsen liegen im Thorax als paarige Schläuche zu den Seiten des Darmes. In den Ovarien sondern sich Gruppen von je vier Eizellen, von denen eine (die dritte vom Keimlager aus) zum Ei wird, während die übrigen als Nährzellen zur Bildung von Nährmaterial des stark wachsenden und Fettkugeln aufnehmenden Eies verbraucht werden. Das Ovarium geht direct in den Oviduct über, welcher dorsalwärts in den Brutraum unterhalb der Schale einmündet. Die Hoden liegen wie die Ovarien zu den Seiten des Darmes und setzen sich in Samenleiter fort, welche ventralwärts hinter dem letzten Beinpaare oder am äussersten Ende des Leibes zuweilen auf kleinen, wohl etwas vorstülpbaren Erhebungen ausmünden.

Fig. 415.



a Vordere Antenne des Männchens von *Daphnia*. *b* Maxille. *c* Erstes Bein des Weibchens. *c'* Dasselbe des Männchens. *d* Ein Bein des zweiten Paares. *Br* Branchialsäckchen, *Ex* Exopodit.

Die kleineren Männchen erscheinen meist erst im Herbst, können indessen auch zu jeder anderen Jahreszeit auftreten, und zwar, wie neuere Beobachtungen erwiesen haben, jedesmal dann, wenn die Ernährungs- und Lebensbedingungen ungünstige werden.

So lange die Männchen fehlen, also normal im Frühjahr und Sommer, produciren die Weibchen sogenannte Sommereier, welche, reichlich mit Oelkugeln erfüllt und von zarter Dotterhülle umgeben, im Brutraume zwischen Schale und Rückenfläche des Mutterthieres rasch zur Entwicklung gelangen und schon nach Verlauf weniger Tage eine neue, den Brutraum verlassende Generation junger Cladoceren liefern. Die embryonale Entwicklung verläuft dem-

gemäss unter äusserst günstigen Bedingungen, die nicht nur in dem reichen Nahrungsdotter des grossen Eies begründet sind, sondern zuweilen auch durch Ausscheidung weiteren Nährmaterials in dem Brutraum begünstigt werden.

Zur Zeit, in welcher die Männchen auftreten, beginnen die Weibchen unabhängig von der Begattung Dauereier, sogenannte Wintereier, zu produciren, welche sich nur nach der Befruchtung zu entwickeln vermögen. Die Zahl dieser dunkelkörnigen hartschaligen Dauereier ist immer eine relativ geringe; dafür aber sind dieselben durch bedeutenderen Umfang und reicheren Nahrungsdotter von den Sommereiern unterschieden und unter weit tiefer greifenden Resorptionsvorgängen im Ovarium entstanden. Vor dem Uebertritt der Wintereier in den Brutraum erfährt die Rückenhaut der Schale eine als Sattel (*Ephippium*) bekannte Verdickung, welche mit den Wintereiern abgeworfen wird und die schützende Bekleidung derselben bildet.

Die Daphniden leben grossentheils im süssen Wasser, einzelne Arten auch in tiefen Landseen, im Brackwasser und in der See. Sie schwimmen hurtig und meist stossweise in Sprüngen. Einige legen sich mittelst des rückenständigen Haftorganes, der Nackendrüse, an festen Gegenständen an; in dieser fixirten Haltung des Körpers sind dann die Schwimmfüsse durch Schwingungen zur Herbeistrudelung von kleinen Nahrungskörpern befähigt.

Sida crystallina O. Fr. Müll. Die sechs lamellösen Beinpaare mit langen Schwimmborsten besetzt. Aeste der Ruderantennen zwei- bis dreigliedrig. *Daphnia* O. Fr. Müll. Fünf Beinpaare, von denen die vorderen mehr oder minder zum Greifen eingerichtet sind. Der eine Ast der Ruderantennen dreigliedrig, der andere viergliedrig. *D. pulex* De Geer. *D. sima* Liev. *Moina rectirostris* O. Fr. Müll. *Lynceus trigonellus* O. Fr. Müll. *Eurycercus lamellatus* O. Fr. Müll. *Polyphemus pediculus* De Geer. In Landseen der Schweiz, Oesterreichs und Scandinaviens. *Evadne Nordmanni* Lovén, Nordsee und Mittelmeer. *Leptodora hyalina* Lillj., in Landseen.

2. Ordnung. **Ostracoda** [1]**, Muschelkrebse.**

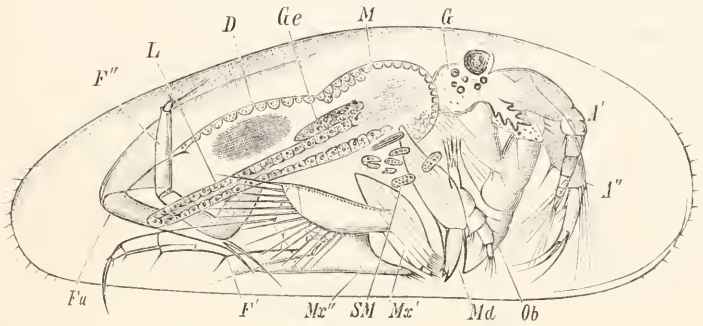
Kleine, meist seitlich comprimirte Entomostraken, mit zweiklappiger Schale und sieben, als Fühler, Kiefer, Kriech- und Schwimmbeine fungirenden Gliedmassenpaaren, mit beinförmigem Mandibulartaster und paarigen Furcalgliedern oder einfacher Furcalplatte.

Der Leib dieser kleinen Crustaceen entbehrt der Gliederung und liegt vollständig in einer zweiklappigen Schale eingeschlossen, deren Aehnlichkeit mit Muschelschalen zu dem Namen „Muschelkrebse“ Anlass gegeben hat. (Fig. 416.) Beide Schalenhälften stossen längs der Mittellinie des Rückens zusammen und

[1]) H. E. Strauss-Dürkheim, Mémoire sur les Cypris de la classe des Crustacés. Mém. du Mus. d'hist. nat., Tom. VII, 1821. W. Zenker, Monographie der Ostracoden. Archiv für Naturgesch., Tom. XX, 1854. G. O. Sars, Oversigt of Norges marine Ostracoder. 1865. C. Claus, Beiträge zur Kenntniss der Ostracoden. Entwicklungsgeschichte von Cypris. Marburg, 1868. Derselbe, Neue Beobachtungen über Cypridinen. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XXIII. Derselbe, Die Familie der Halocypriden. Schriften zool. Inhalts. Wien, 1874. G. S Brady, A Monograph of the Recent British Ostracoda. Transact. of the Lin. Soc., Vol. XXVI.

sind hier durch ein elastisches Ligament aneinander geheftet. Dem Bande entgegengesetzt wirkt ein Schliessmuskel, dessen Ansatzstellen an beiden Schalen als Muskeleindrücke unterschieden werden. Die gemeinsame Sehne beider Muskelköpfe liegt ziemlich in der Mitte des Körpers. An beiden Enden und längs der ventralen Seite sind die Ränder der Schalenklappen frei. Bei den marinen *Cypridiniden* findet sich an denselben eine tiefe Incisur zum Hervortreten der Antennen. Beim Oeffnen der Schalenklappen werden an der Bauchseite mehrere beinartige Gliedmassenpaare vorgestreckt, welche den Körper kriechend oder schwimmend im Wasser fortbewegen. Ebenso tritt das kurze Abdomen hervor, welches entweder mit zwei Furcalgliedern (*Cypris* und *Cythere*), oder einer aus Verschmelzung dieser entstandener, am Hinterrande mit Haken bewaffneter Platte endet. (*Cypridina*. Fig. 417.)

Fig. 416.



Junges, noch nicht geschlechtsreifes *Cypris*-Weibchen, nach Entfernung der rechten Schalenklappe. *A'*, *A''* die Antennen des ersten und zweiten Paares, *Ob* Oberlippe, *Md* Mandibel mit beinartigem Taster, *Mx'*, *Mx''* die Maxillen des ersten und zweiten Paares, *F'* Kriechfuss, *F''* Putzfuss, *Fu* Furca, *G* Gehirnganglion mit dem unpaaren Auge, *SM* Schalenmuskel, *M* Magen, *D* Darm, *L* Leberschlauch, *Ge* Genitalanlage.

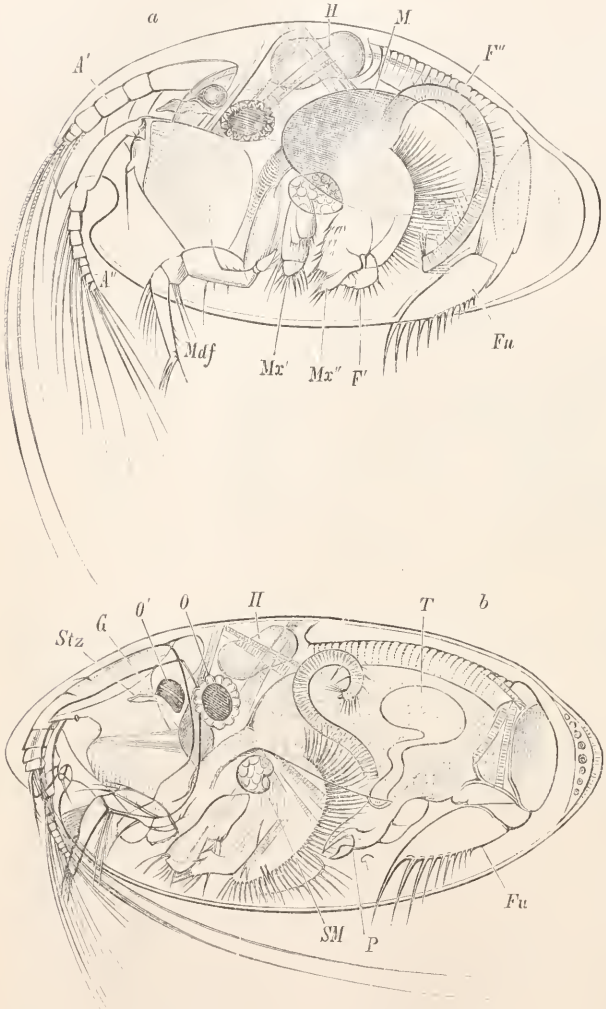
Am vorderen Abschnitte des Körpers entspringen die beiden Antennenpaare, welche ihrer Verwendung nach zugleich Fühler und Kriech- oder Schwimmbeine sind. Das vordere Paar trägt bei *Cypridina* und *Halocypris* grosse Spürfäden. Die Antennen des zweiten Paares sind bei *Cypris* und *Cythere* beinartig und enden mit kräftigen Hakenborsten, mit deren Hilfe sich die Thiere an fremde Gegenstände anklammern und gleichsam vor Anker legen. Bei den ausschliesslich marinen *Cypridiniden* und *Halocypriden* aber ist dieses Gliedmassenpaar ein zweiästiger Schwimmfuss, an welchen sich auf breiter triangulärer Basalplatte ein vielgliedriger, mit langen Schwimmborsten besetzter Hauptast und ein rudimentärer, im männlichen Geschlecht stärkerer und mit einem Greifhaken bewaffneter Nebenast anheften. (Fig. 417.)

In der Umgebung der Mundöffnung folgen unterhalb und zu den Seiten einer ansehnlichen Oberlippe zwei kräftige Mandibeln mit breitem und starkbezahntem Kaurand. Auf denselben erhebt sich ein drei- oder viergliederiger, beinartig verlängerter Taster, an dessen unterem Gliede eine zweite äussere Kaulade gebildet sein kann (*Halocypris*). Der Taster kann auch eine kleine Fächerplatte (Exopodit) tragen. Nur ausnahmsweise (*Paradoxostoma*) werden die

Mandibeln zu stiletförmigen Stechwaffen und rücken in einen von Ober- und Unterlippe gebildeten Saugrüssel hinein.

Auf die Mandibeln folgen die Unterkiefer (Maxillen des ersten Paares), überall durch vorwiegende Entwicklung ihres Ladentheiles und durch Reduction des Tasters ausgezeichnet. Bei den *Cypriden* und *Cytheriden* trägt der basale Abschnitt des Unterkiefers noch eine grosse fächerförmige, mit Borsten besetzte Platte, die durch ihre Schwingungen die Function der Athmung begünstigt und dem Exopodit entspricht. Auch an den beiden nachfolgenden Gliedmassen (des 5. und 6. Paares), welche bald zu Kiefern, bald zu Beinen umgestaltet sind, kann diese dem Exopoditen entsprechende Fächerplatte wiederkehren. Die vordere dieser Gliedmassen (Maxille des zweiten Paares) fungirt bei *Cypris* vorwiegend als Kiefer, trägt aber, von dem rudimentären Fächeranhange abgesehen, einen kurzen, nach hinten gerichteten, gewöhnlich zweigliedrigen Taster, der bei einzelnen Gattungen und ebenso bei *Halocypris* zu einem drei- oder viergliedrigen kurzen Beine wird. Hier ist der Fächer ausserordentlich umfangreich. Bei *Cythere* verhält sich dieses Gliedmassenpaar ausschliesslich als Bein und repräsentirt das erste der drei Beinpaare. Bei *Cypridina* aber ist derselbe vollständig Kiefer geworden, und zwar mit enorm entwickelter Fächerplatte. (Fig. 417 *a*, *Mx''*.) Die Gliedmasse des sechsten Paares ist meist zu einem langgestreckten

Fig. 417.

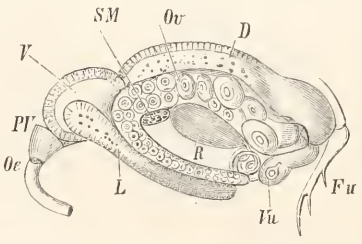


Cypridina mediterranea. *a* Weibchen, *b* Männchen. *M* Magen. *H* Herz, *SM* Schalenmuskel, *O* paariges Auge, *O'* unpaares Auge, *G* Gehirn, *Stz* Frontalorgan, *T* Hoden, *P* Begattungsorgan, *A'*, *A''* die beiden Antennen, *Mdf* Mandibularfuss, *Mx'*, *Mx''* die beiden Maxillen, *F''*, *F'''* die beiden Fusspaare, *Fu* Furcalplatte.

mehrgliedrigen Kriech- und Klammerfuss geworden, der bei *Halocypris* eine grosse Fächerplatte trägt. Die Gliedmasse des siebenten Paares erscheint überall beinförmig verlängert, bei *Cythere* wie die vorausgehende gebildet, bei *Cypris* und den Halocypriden dorsalwärts emporgerückt, aufwärts gebogen und neben einer kurzen Klaue mit quer abstehenden Endborsten besetzt. Dieselbe dient hier ebenso wie der dem siebenten Gliedmassenpaare entsprechende lange cylindrische Anhang von *Cypridina* als Putzfuss.

Bezüglich des inneren Baues besitzen die Ostracoden ein zweilappiges Gehirnganglion und eine Bauchkette mit dicht gedrängten Ganglienpaaren, von denen die beiden vorderen, welche die Mandibeln und Maxillen versorgen, zu einer umfangreichen unteren Schlundganglienmasse verschmolzen sind, die nachfolgenden weit kleineren Ganglien weiter auseinander gerückt liegen. Von Sinnesorganen finden sich ausser den schon erwähnten Riechfäden ein dreitheiliges Medianauge oder neben diesem zwei grössere zusammengesetzte und bewegliche Seitenaugen, wie bei den *Cypridiniden*. Die *Halocypriden* sind augenlos. In den letzteren Familien tritt das frontale Sinnesorgan als stabförmiger Stirntentakel auf.

Fig. 418.



Darm und Geschlechtsorgane einer weiblichen *Cypris*, nach W. Zenker. *Oe* Speiseröhre, *PV* Vormagen, *V* Magen, *D* Darm, *L* Leber, *Ov* Ovarium, *SM* Schalenmuskel, *R* Receptaculum seminis, *Vu* Vulva, *Fu* Furca.

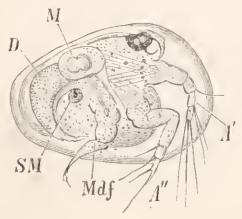
Der weite bei den *Cypriden* mit gezähnten Seitenleisten bewaffnete Mund führt durch eine enge Speiseröhre in einen kolbig erweiterten, als Vormagen bezeichneten Darmabschnitt, auf welchen ein weiter und langer Magendarm mit zwei langen seitlichen, in die Schalenlamellen hineinragenden Leberschläuchen folgt. In den übrigen Familien verhält sich der Darm einfacher und wenn zwei Leberschläuche vorhanden sind (*Halocypriden*), bleiben dieselben kurze Säcke, welche nicht in die Schalenduplicatur eintreten. Der After mündet an der Basis des Hinterleibes. (Fig. 418.) Von besonderen Drüsen ist bei *Cythere* das Vorhandensein eines kolbig erweiterten Drüsenschlauches zu erwähnen, dessen Ausführungsgang in einen stachelähnlichen Anhang der hinteren Antennen mündet. Ein sackförmiges, von zwei seitlichen Ostien durchbrochenes Herz findet sich bei *Cypridina* und *Halocypris* am Rücken, da, wo die Schale mit dem Thiere zusammenhängt. Zur *Respiration* dient vornehmlich die Oberfläche der zarten inneren Schalenlamelle, an welcher durch die Schwingungen der fächerförmigen Athemplatten eine ununterbrochene Wasserströmung unterhalten wird. Kiemen fehlen an den Gliedmassen, dagegen findet sich bei *Cypridiniden* (*Asterope*) in der Nähe des Putzfusses am Rücken eine Doppelreihe von Kiemenschläuchen.

Die Geschlechter sind durchweg getrennt und durch nicht unmerkliche Differenzen des gesammten Baues unterschieden. Die Männchen besitzen, von der stärkeren Entwicklung der Sinnesorgane abgesehen, an verschiedenen

Gliedmassen, an der zweiten Antenne (*Cypridina*) oder am Kieferfusse (*Cypris*), zum Festhalten des Weibchens dienende Einrichtungen, oder auch zugleich ein völlig umgestaltetes Beinpaar. Dazu kommt überall ein umfangreiches, oft sehr complicirt gebautes *Copulationsorgan*, das auf ein umgestaltetes Gliedmassenpaar zurückzuführen sein dürfte. Für den männlichen Geschlechtsapparat, welcher jederseits aus einem kugeligen oder mehreren langgestreckten Hodenschläuchen, einem Samenleiter und dem Begattungsgliede besteht, erscheint bei *Cypris* das Vorhandensein eines sehr eigenthümlichen Ejaculationsapparates (sog. Schleimdrüse), sowie die Grösse und Form der Samenfäden bemerkenswerth (Zenker). Die Weibchen von *Cypris* besitzen zwei in die Schalenduplicatur hineinragende Ovarialschläuche, zwei Receptacula seminis und ebensoviel Geschlechtsöffnungen an der Basis des Hinterleibes.

Die meisten Ostracoden legen Eier, die sie entweder an Wasserpflanzen ankleben (*Cypris*), oder, wie *Cypridina*, zwischen den Schalen bis zum Ausschlüpfen der Jungen herumtragen. Das Vorkommen parthenogenetischer Entwicklung ist in neuerer Zeit für *Cypris* nachgewiesen worden. Die freie Entwicklung beruht bei *Cypris* auf einer complicirten Metamorphose. Die aus dem Ei ausschlüpfenden *Cypris*larven besitzen wie die *Nauplius*formen nur drei Gliedmassenpaare, sind aber seitlich stark comprimirt und bereits von einer dünnen zweiklappigen Schale umschlossen. (Fig. 419.) Bei den marinen Ostracoden vereinfacht sich die Entwicklung bis zum völligen Ausfall der Metamorphose.

Fig. 419.



Jüngste *Cypris*larve (Nauplius-stadium). *M* Magen, *D* Darm, *SM* Schalenmuskel, *Mdf* Mandibularfuss, *A'*, *A''* Antennen.

Die Ostracoden ernähren sich durchweg von thierischen Stoffen, wie es scheint, besonders von den Cadavern verschiedener Wasserthiere. Zahlreiche fossile Formen sind fast aus allen Formationen, jedoch leider nur in ihren Schalenresten bekannt geworden.

Fam. *Cypridinidae*. Mit Herz und grossem beweglichen Augenpaar. Schalenrand zum Austritt der Antennen mit tiefem Ausschnitt. Die vorderen Antennen knieförmig gebogen, mit starken Borsten und mit Riechfäden am Ende. Die hinteren Antennen sind zweiästige Schwimmfüsse. *Cypridina* M. Edw. Kautheil der Mandibel schwach oder ganz verkümmert, Taster fünfgliedrig, beinförmig, von bedeutender Länge. Das siebente Gliedmassenpaar durch einen cylindrischen geringelten Anhang (Putzfuss) vertreten. *Cypridina mediterranea* Costa. (Fig. 377.) *Asterope oblonga* Gr., Triest. Hinter den Putzfüssen jederseits eine Reihe von Kiemenblättern.

Fam. *Halocypridae*. Mit Herz und zweiästigen hinteren Antennen, augenlos. Schalen dünn, drüsenreich. Das siebente Gliedmassenpaar stabförmig, mit langer Endborste. *Halocypris* Dana. *H. concha* Cls., Atl. Ocean. *Conchoecia* Dana. *C. spinirostris* Cls., Mittelmeer, auch Adria.

Fam. *Cytheridae*. Ohne Herz. Vordere Antennen an der Basis knieförmig umgebogen, mit kurzen Borsten besetzt. Hintere Antennen kräftig, mit Haken am Endgliede. Drei Beinpaare, von denen das hintere am mächtigsten entwickelt ist. Hinterleib nur mit zwei kleinen lappenförmigen Furcalgliedern. Die Hoden und Ovarien treten nicht zwischen die Schalenblätter. Männlicher Geschlechtsapparat sog. ohne Schleimdrüse. Sind durchweg Meeresbewohner. Die Weibchen tragen oft die Eier und Embryonen zwischen den Schalen.

Cythere O. Fr. Müll. *Cythere lutea* O. Fr. Müll., Nordmeere und Mittelmeer. *C. viridis* O. Fr. Müll., Nordmeere. *Paradoxostoma* Fisch. Mit kurzem Saugrüssel. Mandibeln stiletförmig.

Fam. *Cypridae*. Mit Medianauge, ohne Herz. Schalen leicht, aber stark. Die vorderen Antennen meist siebengliedrig und mit langen Borsten besetzt, die des zweiten Paares einfach beinförmig, meist sechsgliedrig. Zwei Beinpaare, von denen das hintere schwächere Paar aufwärts nach dem Rücken umgebogen ist. Furcalglieder sehr schmal und langgestreckt, an der Spitze mit Hakenborsten. (Fig. 416.) Die Hoden und Ovarien treten zwischen die Schalenblätter. Männlicher Geschlechtsapparat mit eigenthümlichem, früher als Schleimdrüse beschriebenem Propulsionsapparat. Grossentheils Süsswasserbewohner. *Cypris* O. Fr. Müll., *Cypris fusca* Str., *C. pubera* O. Fr. Müll., *C. fuscata* Jur. u. a. A. *Notodromas monachus* O. Fr. Müll.

3. Ordnung. **Copepoda** [1]**, Copepoden.**

Entomostraken von gestreckter, meist wohlgegliederter Körperform, ohne schalenförmige Hautduplicatur, mit 4 oder 5 Paaren zweiästiger Ruderbeine am Thorax und gliedmassenlosem Abdomen.

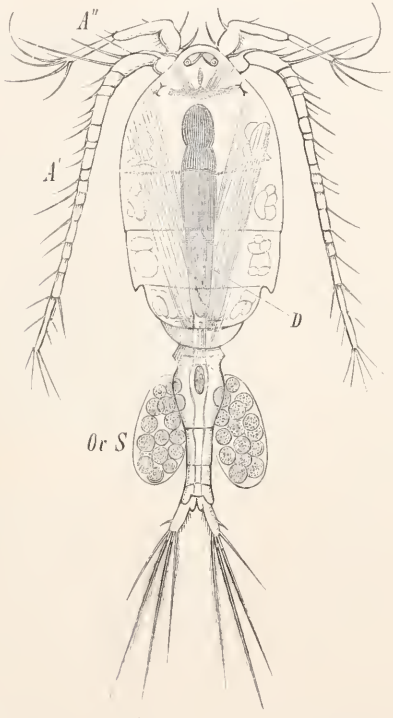
Eine vielgestaltige Formengruppe, deren freilebende Glieder sich durch eine constante Zahl von Segmenten und Gliedmassenpaaren auszeichnen. Die zahlreichen parasitischen Formen hingegen entfernen sich von der Körpergestalt der freischwimmenden in einer Reihe von Abstufungen und erhalten schliesslich eine so veränderte Gestalt, dass sie ohne Kenntniss der Entwicklung und der Eigenthümlichkeiten ihres Baues eher für Schmarotzerwürmer als für Arthropoden gehalten werden könnten. Indessen erhalten sich meist auch hier die charakteristischen Ruderbeine, wenn freilich oft in geringer Zahl, als rudimentäre oder umgestaltete Anhänge. Beim Mangel der letzteren aber gibt die Entwicklungsgeschichte sicheren Aufschluss über die Copepodennatur.

Der Kopf erscheint in der Regel mit dem ersten Brustsegment verschmolzen und trägt dann als Cephalothorax zwei Paare von Antennen, zwei Mandibeln, ebensoviel Maxillen, vier sogenannte Maxillarfüsse, welche übrigens nur äussere und innere Aeste eines zweiten Maxillenpaares sind, ferner das erste nicht selten abweichend gestaltete Paar von Ruderfüssen. Es folgen dann vier freie Thoracalsegmente mit ebensoviel Ruderfusspaaren, von denen das letzte häufig verkümmert, im männlichen Geschlechte auch oft als Hilfsorgan der Begattung umgestaltet sein kann. Uebrigens kann sowohl das fünfte Fusspaar, als das entsprechende Thoracalsegment ganz hinwegfallen. Das Abdomen besteht ebenso wie die Brust aus fünf Segmenten, entbehrt aber aller Gliedmassen und endet mit zwei gabelig auseinanderstehenden Gliedern (*Furca*), an deren Spitze mehrere lange Schwanzborsten aufsitzen. (Fig. 420.) Am weiblichen Körper vereinigen sich meist die beiden ersten Abdominalsegmente zur Herstellung eines *Genitaldoppelsegmentes* mit den Geschlechtsöffnungen. Sehr häufig erfährt auch das Abdomen, vornehmlich bei den parasitischen Formen, eine bedeutende Reduction.

[1]) O. Fr. Müller, Entomostraca seu Insecta testacea, quae in aquis Daniae et Norvegiae reperit, descripsit. Lipsiae, 1785. Jurine, Histoire des Monocles. Génève, 1820. W. Lilljeborg, De crustaceis ex ordinibus tribus: Cladocera, Ostracoda et Copepoda, in Scania occurrentibus. Lund., 1853. C. Claus, Die freilebenden Copepoden. Leipzig, 1863. C. Grobben, Die Entwicklungsgeschichte von Cetochilus septentrionalis. Arb. des zool. Instituts etc. der Univ. Wien, Tom. III, 1881.

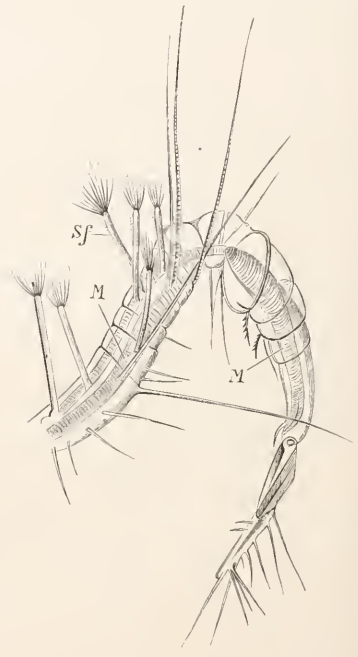
Die vorderen, meist vielgliedrigen Antennen sind auch hier Träger von Spürborsten, dienen aber bei den frei umherschwimmenden Formen zur Locomotion und im männlichen Geschlechte als Greifarme zum Fangen und Festhalten des Weibchens während der Begattung. (Fig. 421.) Die hinteren Antennen bleiben durchweg kürzer, tragen nicht selten doppelte Aeste und sind zum Anlegen oder Anklammern an festen Gegenständen befähigt. Von Mundwerkzeugen liegen unterhalb der Oberlippe zwei bezähnte, meist tastertragende Mandibeln, welche bei den freilebenden Copepoden als Kauorgane fungiren,

Fig. 420.



Weibchen von *Cyclops coronatus*, vom Rücken aus gesehen. *A'*, *A''* die erste und zweite Antenne, *D* Darm, *OvS* Eiersäckchen.

Fig. 421.



Eine männliche Antenne von *Cyclops serrulatus*. *Sf* Spürfäden, *M* Muskel.

bei den parasitischen aber, in der Regel zu spitzen stiletförmigen Stäben umgebildet, zum Stechen benutzt werden. In diesem Falle rücken dieselben meist in eine durch Vereinigung der Oberlippe und Unterlippe gebildete Saugröhre. Das auf die Mandibeln folgende vordere Maxillenpaar besitzt in der Regel mehrere Laden und einen Taster, oft auch einen Fächer (Epipodialanhang), verkümmert aber bei den Schmarotzerkrebsen zu kleinen tasterartigen Höckern, welche ausserhalb der Saugröhre liegen. Die Maxillen des zweiten Paares sind in ihre beiden Aeste aufgelöst, welche als innerer und äusserer Maxillarfuss bezeichnet werden und sowohl zum Ergreifen der Nahrung (Fig. 422), als vornehmlich bei den Schmarotzerkrebsen zum Anklammern dienen. (Fig. 426.)

Die Ruderbeine der Brust bestehen aus einem zweigliedrigen Basalabschnitt und aus zwei dreigliedrigen, mit Borsten besetzten Ruderästen, welche, breiten Ruderplatten vergleichbar, das sprungweise Fortschnellen im Wasser bewirken. (Fig. 423.) Bei den *Arguladen* gewinnen die Aeste eine bedeutende Streckung und nähern sich durch ihre reichere Gliederung den Cirripedienbeinen.

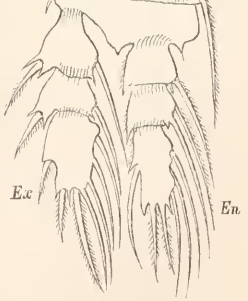
Fig. 422.

Mundtheile von *Cyclops*. *M* Mandibel, *Mx* Maxille, *Kf'* innerer, *Kf''* äusserer Kieferfuss (Aeste des zweiten Maxillenpaares).

Ueberall findet sich ein Gehirn mit austretenden Sinnesnerven neben einem Bauchstrang, der entweder in seinem Verlaufe einige Ganglien bildet oder sich zu einer gemeinsamen unteren Schlundganglienmasse concentrirt. Von *Sinnesorganen* ist das mediane *dreitheilige* Stirnauge (*Cyclopsauge*) ziemlich allgemein verbreitet. Ausser den *Tastborsten*, deren Sitz vornehmlich an den vorderen Antennen, aber auch an manchen anderen Stellen der Haut zu suchen ist, kommen Spürfäden als zarte Anhänge der vorderen Antennen vornehmlich im männlichen Geschlechte vor. (Fig. 421.)

Der *Darmcanal* zerfällt in eine kurze enge Speiseröhre, einen weiten, oft mit zwei Blindschläuchen beginnenden Magendarm und einen engen Enddarm, welcher auf der Rückenfläche des letzten Abdominalsegments ausmündet. Häufig scheint die Darmfläche zugleich die Function von Harnorganen zu übernehmen, indessen findet sich gleichzeitig eine Schalendrüse im Kopfbruststück zu den Seiten der Kieferfüsse. Ueberall vermittelt die gesammte Hautoberfläche die Respiration. Kreislaufsorgane werden entweder durch regelmässige Schwingungen des Darmcanals (*Cyclops*, *Achtheres*) ersetzt, oder es tritt im Vordertheil der Brust oberhalb des Darmes ein kurzes sackförmiges Herz auf (*Calaniden*), welches sich sogar in eine Kopfarterie fortsetzen kann (*Calanella*). (Fig. 5[illegible].)

Fig. 423.

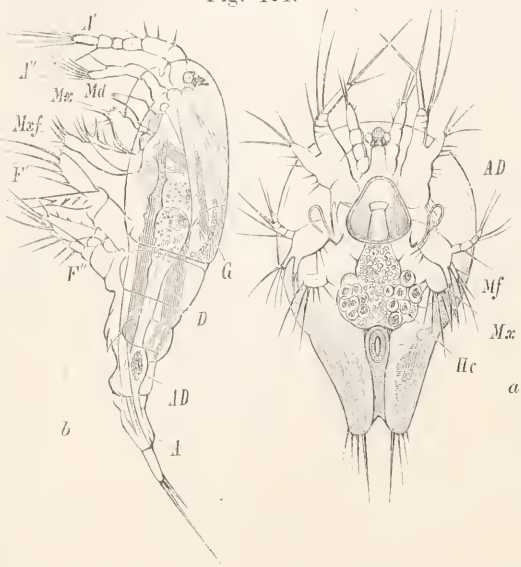


Ruderfuss eines *Cyclops*. *En* Innenast, *Ex* Aussenast.

Die Copepoden sind getrennten Geschlechtes. Beiderlei Geschlechtsorgane liegen im Cephalothorax und in den Brustsegmenten und bestehen aus einer unpaaren Geschlechtsdrüse, deren paariger oder unpaarer Ausführungsgang am Basalsegmente des Hinterleibes mündet. Fast regelmässig machen sich in Form und Bildung verschiedener Körpertheile Geschlechtsunterschiede geltend, welche bei einigen Schmarotzerkrebsen (*Chondracanthiden*, *Lernaeopodiden*) zu einem höchst auffallenden Dimorphismus führen. Die Männchen sind kleiner und leichter beweglich, die vorderen Antennen und die Füsse des letzten Paares werden zu accessorischen Copulationsorganen, indem sich jene zum Festhalten

des Weibchens, diese zum Ankleben der Spermatophoren umgestalten. Die letzteren bilden sich innerhalb der Samenleiter vermittelst eines schleimigen Secretes, welches in der Umgebung der Samenmasse zu einer festen Hülle erstarrt. Die grösseren Weibchen bewegen sich oft schwerfällig und tragen die Eier in Säckchen rechts und links am Abdomen mit sich herum. Viele besitzen am Endabschnitte des Oviducts Drüsenzellen, deren Absonderungsproduct zugleich mit den Eiern austritt und die erstarrende Hülle der Eiersäckchen liefert. Während der Begattung, die nur eine äussere Vereinigung beider Geschlechter bleibt, klebt das Männchen dem Weibchen eine oder mehrere Spermatophoren am Genitalsegment, und zwar an besonderen Oeffnungen an, durch welche die Samenkörper in das Receptaculum seminis übertreten und die Eier während ihres Austrittes in die sich bildenden Eiersäckchen befruchten.

Fig. 424.



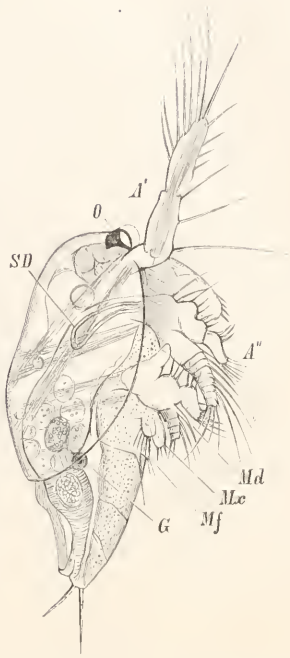
Metamorphose von *Cyclops*. — *a* Aeltere Nauplituslarve von *Cyclops serrulatus*. *b* Jüngste Cyclopsform. *A'*, *A''* die Antennen des ersten und zweiten Paares, *AD* Antennendrüse, *Mf* Mandibularfuss, *Md* Mandibel, *Mx* Maxille, *Mxf* Maxillarfuss, *F'*, *F''* erster und zweiter Ruderfuss, *Hc* Harnconcremente in den Darmzellen, *D* Darm, *AD* Enddarm, *A* After, *G* Genitalanlage.

Die Entwicklung beruht auf einer complicirten und bei vielen Schmarotzerkrebsen rückschreitenden Metamorphose. Die Larven schlüpfen als *Nauplius*formen mit unpaarem Stirnauge und drei Gliedmassenpaaren aus, von denen das mittlere und hintere zweiästig sind. (Fig. 410.) Zur Einfuhr der Nahrung in die Mundöffnung, welche von einer grossen Oberlippe kappenartig überdeckt wird, dienen Hakenborsten am 2. und 3. Gliedmassenpaare. Als Harnorgan fungirt die Antennendrüse. Die hintere Leibespartie endet mit zwei Borsten zu den Seiten des Afters und entspricht dem noch nicht differenzirten Mittel- und Hinterleib.

Die Veränderungen, welche die jungen Larven mit dem weiteren Wachsthume erleiden, knüpfen an mehrfach aufeinanderfolgende Abstreifungen der Haut und beruhen im Wesentlichen auf einer Streckung des Leibes und auf dem Hervorsprossen neuer Gliedmassen. Schon das nachfolgende Larvenstadium (Fig. 424 *a*) weist hinter den drei ursprünglichen, zu den Antennen und Mandibeln werdenden Gliedmassenpaaren ein viertes Paar, die späteren Maxillen auf; in einem späteren Stadium sind drei neue Gliedmassenpaare gebildet, von denen die ersten den sogenannten Kieferfüssen entsprechen,

während die zwei letzten Paare die vorderen Ruderfüsse in ihrer ersten Anlage vorstellen. Auf diesem Stadium (*Metanauplius*) (Fig. 425) erscheint die Larve noch immer *Nauplius*-ähnlich und erst nach einer nochmaligen Häutung geht sie in die erste *Cyclops*-artige Form über. Dieselbe gleicht bereits im Bau der Fühler und Mundtheile dem ausgewachsenen Thiere, wenngleich die Zahl der Gliedmassen und Leibesringe eine geringere ist. (Fig. 424 *b*.) Die beiden letzten Gliedmassenpaare stellen bereits kurze zweiästige Ruderfüsse vor, zu denen auch die Anlagen des dritten und vierten Ruderfusses in Form mit Borsten besetzter Wülste hinzugekommen sind. Der Leib besteht jetzt aus dem ovalen Kopfbruststück, dem zweiten bis vierten Thoracalsegment und einem langgestreckten Endgliede, welches das letzte Thoracalsegment und alle Segmente des Abdomens durch fortschreitende Gliederung erzeugt und bereits mit der Schwanzgabel endet.

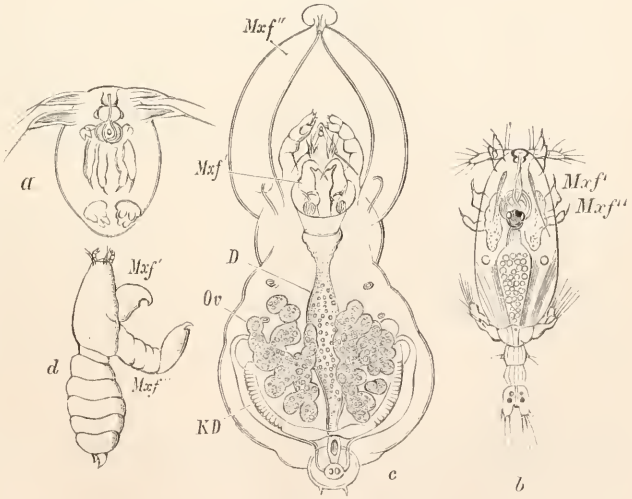
Fig. 425.



Metanauplius von *Cyclopsine*. *O* Auge, *G* Genitalanlage, *SD* Antennendrüse, *A'*, *A''* die beiden Antennen, *Mx* Maxille, *Mf* Maxillarfuss.

Viele Formen der parasitischen Copepoden, z. B. *Lernanthropus*, *Chondracanthus*, gelangen über diese Stufe der Leibesgliederung nicht hinaus und erhalten weder die Schwimmfüsse des dritten und vierten Paares, noch ein vom stummelförmigen Abdomen gesondertes fünftes Brustsegment; andere Schmarotzerkrebse, wie z. B. *Achtheres*, sinken durch den späteren Verlust der beiden vorderen Schwimmfusspaare auf eine noch tiefere Formstufe zurück. (Fig. 426.)

Fig. 426.

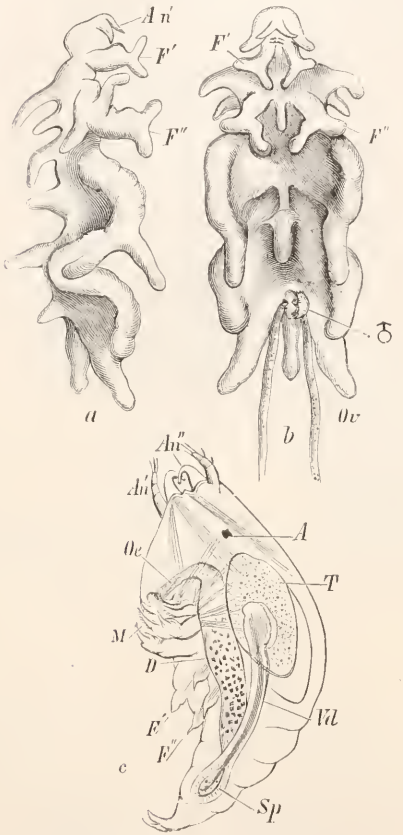


Achtheres percarum. *a* Naupliusform. — *b* Die Larve im jüngsten Cyclopsstadium. — *c* Weibchen von der Bauchseite gesehen. *D* Darm, *Ov* Ovarium, *Mxf'*, *Mxf''* die beiden Maxillarfüsse, *KD* Kittdrüsen. — *d* Das kleinere Männchen in seitlicher Lage.

Alle freilebenden und auch viele parasitischen Copepoden durchlaufen mit den noch folgenden Häutungen eine grössere oder geringere Reihe von Ent-

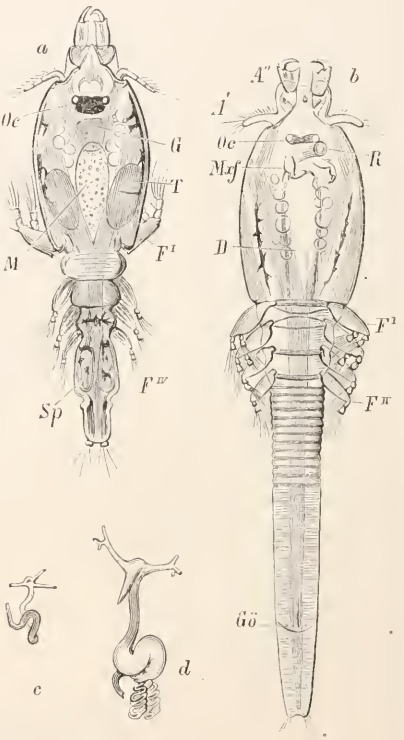
wicklungsstadien, an welchen in continuirlicher Aufeinanderfolge die noch fehlenden Segmente und Gliedmassen hervortreten und die bereits vorhandenen Extremitäten eine reichere Gliederung erfahren. Viele Schmarotzerkrebse überspringen indessen die Entwicklungsreihe der Naupliusformen, indem die Larve alsbald nach ihrem Ausschlüpfen die Haut abwirft und bereits in der jüngsten

Fig. 427.



Die beiden Geschlechtsthiere von *Chondracanthus gibbosus*, etwa sechsfach vergrössert. *a* Weibchen in seitlicher Lage. *b* Dasselbe von der Bauchfläche mit anhaftendem Männchen. *c* Männchen, unter starker Vergrösserung. *An'* vordere Antennen, *An''* Klammerantennen, *F'*, *F''* die beiden Fusspaare, *A* Auge, *M* Mundtheile, *Oe* Oesophagus, *D* Darm, *T* Hoden, *Vd* Samenleiter, *Sp* Spermatophorensack, *Ov* Eierschläuche.

Fig. 428.



Lernaea branchialis. *a* Männchen (von circa 2—3 Mm. Länge). *Oe* Auge, *G* Gehirn, *M* Magen, *F*I bis *F*IV die vier Schwimmfusspaare, *T* Hoden, *Sp* Spermatophorensack. — *b* Weibchen (im Begattungsstadium, 5—6 Mm. lang). *A'*, *A''* die beiden Antennenpaare, *R* Rüssel, *Mxf* Maxillarfuss, *D* Darm. — *c* In der Metamorphose begriffenes Weibchen von *Lernaea branchialis* nach der Begattung. — *d* Dasselbe mit Eiersäckchen, in natürl. Grösse.

*Cyclops*form mit Klammerantennen und stechenden Mundwerkzeugen erscheint. (Fig. 426.) Dieselben durchlaufen schon von diesem Stadium an eine regressive Metamorphose, indem sie sich als Parasiten an ein Wohnthier anheften, an ihrem unförmig auswachsenden Leibe die Gliederung mehr oder minder vollständig verlieren, auch die Ruderfüsse abwerfen und selbst das ursprünglich

vorhandene Auge rückbilden (*Lernaeopoden*). Die Männchen aber bleiben in solchen Fällen oft zwergartig klein und sitzen dann (häufig in mehrfacher Zahl) in der Nähe der Geschlechtsöffnung am weiblichen Körper angeklammert fest. (Fig. 427.)

Bei den *Lernaeen* suchte man solche Pygmäenmännchen an dem höchst absonderlich gestalteten Leibe der grossen, Eierschläuche tragenden Weibchen lange Zeit vergebens, bis es sich herausstellte, dass die sehr kleinen cyclopsförmigen Männchen mittelst vier Schwimmfusspaaren frei herumschwimmen, und dass die Weibchen im Begattungsstadium jenen ähnlich gestaltet sind und erst nach der Begattung als Parasiten die bedeutende Grössenzunahme und Umgestaltung ihres Leibes erfahren. (Fig. 428.)

1. Unterordnung. *Eucopepoda*. Copepoden mit Ruderfüssen, deren Aeste zwei- oder dreigliedrig sind, mit kauenden oder saugenden und stechenden Mundwerkzeugen.

1. *Gnathostomata*. Meist freilebend, mit kauenden Mundwerkzeugen und vollzähliger Leibesgliederung.

Fam. *Cyclopidae*. Meist Süsswasserbewohner, ohne Herz, mit einfachem Auge und viergliedrigen, niemals zweiästigen Antennen des zweiten Paares. Die Füsse des fünften Paares in beiden Geschlechtern rudimentär. Beim Männchen beide Antennen des ersten Paares zu Greifarmen umgebildet. *Cyclops coronatus* Cls. (Fig. 420), *C. serrulatus* Fisch., *Canthocamptus minutus* Cls., *C. staphylinus* Jur., *Harpacticus chelifer* O. Fr. Müll. Nordsee.

Fam. *Calanidae*. Die vorderen Antennen sehr lang, nur die der einen Seite zu Greifarmen umgebildet; hintere Antennen zweiästig. Herz stets vorhanden. Die Füsse des fünften Paares im männlichen Geschlechte zu Hilfsorganen der Begattung umgestaltet. *Cetochilus septentrionalis* Goods., *Diaptomus castor* Jur., Süsswasserform. *Irenaeus Patersonii* Templ.

Fam. *Notodelphyidae*. Körper wie bei den Cyclopiden gebaut, die hinteren Antennen Klammerantennen. Die beiden letzten Brustsegmente sind beim Weibchen verschmolzen und bilden einen dorsalen Brutbehälter zur Aufnahme der Eier. Leben in der Kiemenhöhle der Ascidien. *Notodelphys agilis* Thor.

2. *Parasita* [1]) (*Siphonostomata*), *Schmarotzerkrebse*. Mit stechenden und saugenden Mundwerkzeugen, meist mit unvollzähliger Leibesgliederung und verkümmertem Abdomen.

Die hinteren Antennen und Maxillarfüsse enden mit Klammerhaken. Einzelne Formen schwimmen noch frei umher, die meisten leben an den Kiemen, in der Rachenhöhle und an der äusseren Haut von Fischen, einige in den Geweben der Wohnthiere eingesenkt (*Penella*) und nähren sich von den Säften und vom Blute der letzteren.

---

[1]) Vergl. A. v. Nordmann, Mikrographische Beiträge zur Naturgeschichte der wirbellosen Thiere. Berlin, 1832. H. Burmeister, Beschreibung einiger neuen und wenig bekannten Schmarotzerkrebse. Nova acta Ac. Caes. Leop., Tom. XVII, 1835. Steenstrup und Lütken, Bidrag til kundskab om det aabne Havs Snyltekrebs og Lernaeer. Kjobenhavn, 1861. C. Claus, Ueber den Bau und die Entwicklung von Achtheres percarum. Zeitschr. für wiss. Zool., 1861. Derselbe, Beobachtungen über Lernaeocera etc. Marburg, 1868.

Fam. *Corycaeidae*. Vordere Antennen kurz, weniggliedrig, in beiden Geschlechtern gleich, die hinteren ohne Nebenast, mit Klammerhaken, nach dem Geschlechte verschieden. Mundtheile zum Stechen eingerichtet. Medianauge und paarige Seitenaugen oft vorhanden. Leben theilweise als temporäre Parasiten. *Corycaeus elongatus* Cls., *Sapphirina fulgens* Thomps.

Fam. *Chondracanthidae*. Körper gestreckt, oft ohne deutliche Gliederung und mit zipfelförmigen Auswüchsen. Hinterleib stummelförmig. Die beiden vorderen Ruderfusspaare sind zweizipflige Lappen, die übrigen fehlen. Ohne Saugrüssel. Mandibeln sichelförmig. Die birnförmigen Männchen zwergartig klein, oft zu zweien am weiblichen Körper befestigt. *Chondracanthus gibbosus* Kr., auf Lophius (Fig. 427), *Ch. cornutus* O. Fr. Müll., auf Schollen.

Fam. *Caligidae*, Fischläuse. Körper flach, mit schildförmigem Cephalothorax und sehr umfangreichem, namentlich im weiblichen Geschlechte aufgetriebenem Genitalsegment, dagegen kleinem, mehr oder minder reducirtem Hinterleib. Mit Saugröhre und stiletförmigen Mandibeln. Vier zweiästige Ruderfusspaare ermöglichen eine rasche Schwimmbewegung. Leben an den Kiemen und der Haut von Seefischen. Eierschläuche schnurförmig. *Caligus rapax* Edw., *Cecrops Latreillii* Leach., auf Orthagoriscus.

Fam. *Lernaeidae*. Körper des Weibchens stab- oder wurmförmig gestreckt, ungegliedert, mit Fortsätzen und Auswüchsen am Kopfe. Mundtheile stechend mit Saugröhre. Vier Paare sehr kleiner Schwimmfüsse oder Reste derselben. Die Weibchen sitzen mit ihrem Vorderkörper eingebohrt an Fischen fest. *Lernaeocera cyprinacea* L., *Penella sagitta* L., *Lernaea branchialis* L. (Fig. 428), an Gadusarten.

Fam. *Lernaeopodidae*. Körper in Kopf und Thorax abgesetzt, mit ganz rudimentärem Hinterleib. Mundtheile stechend, mit Saugröhre. Die äusseren Maxillarfüsse erlangen eine bedeutende Grösse und vereinigen sich an ihrer Spitze beim Weibchen zur Herstellung eines gemeinsamen Haftapparates, welcher eine dauernde Fixirung herbeiführt. Schwimmfüsse fehlen vollständig. Die mehr oder minder zwergartigen Männchen mit grossen und freien Klammerfüssen, ebenfalls ohne Ruderfüsse. *Achtheres percarum* Nordm. (Fig. 426), *Basanistes huchonis* Schrank, *Anchorella uncinata* O. Fr. Müll., auf Gadusarten.

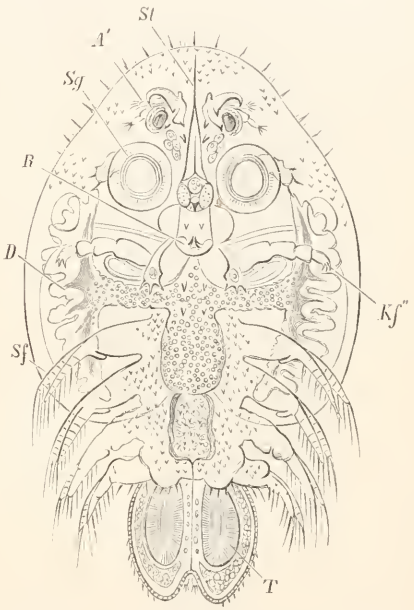
2. Unterordnung. *Branchiura* [1]), *Karpfenläuse. Mit grossen zusammengesetzten Augen und langem vorstreckbaren Stachel (Tastorgan) vor der Saugröhre des Mundes, mit vier langgestreckten spaltästigen Schwimmfusspaaren und breiter, zweilappiger Schwanzflosse an Stelle des Abdomens.*

Die Karpfenläuse werden oft den Caligiden zur Seite gestellt, entfernen sich aber von den letzteren und den echten Copepoden in mehrfacher Hinsicht wesentlich. In der allgemeinen Körperform gleichen sie allerdings bis auf den in zwei Platten gespaltenen Hinterleib (Schwanzflosse) den Caligiden, indessen ist der innere Bau und die Bildung der Gliedmassen von jenen Schmarotzerkrebsen verschieden. Ueber der Mundöffnung erhebt sich eine breite Saugröhre, in welcher fein gesägte Mandibeln und stiletförmige Maxillen verborgen liegen. Etwas oberhalb dieses Rüssels inserirt sich noch eine lange cylindrische, in

[1]) Jurine, Mémoire sur l'Argule foliacé. Annales du Museum d'hist. nat., Tom. VII, 1806. F. Leydig, Ueber Argulus foliaceus. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. II., 1850. E. Cornalia, Sopra una nuova specie di crostacei sifonostomi. Milano, 1860. C. Claus, Ueber die Entwicklung, Organisation und systematische Stellung der Arguliden. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XXV, 1875. F. Leydig, Ueber Argulus foliaceus. Archiv für mikrosk. Anatom., Tom. XXXIII, 1889.

einen einziehbaren stiletförmigen Stachel auslaufende Röhre, welche einen am Gehirn paarig entspringenden Nerven enthält und als Tastorgan zu fungiren scheint. Zu den Seiten und unterhalb des Mundes sitzen kräftige Klammerorgane auf, und zwar ein oberes, den vorderen Kieferfüssen entsprechendes Paar, welches bei *Argulus* unter Verkümmerung des hakentragenden Endabschnittes in eine grosse Haftscheibe umgebildet ist, und ein zweites, am breiten Basalabschnitte stark bedorntes Maxillarfusspaar, an dessen Spitze ein Tasthöcker und zwei gebogene Endklauen sich erheben. Nun folgen die vier Schwimmfusspaare der Brustregion, bis auf das letzte in der Regel von den Seiten des Kopfbrustschildes bedeckt. Dieselben bestehen je aus einem umfangreichen mehrgliederigen Basalabschnitt und zwei viel schmäleren, mit langen Schwimmborsten besetzten Aesten, welche nach Form und Borstenbekleidung den Rankenfüssen der Cirripedien nicht unähnlich sehen und wie diese aus Copepoden-ähnlichen Füssen der Larven ihren Ursprung nehmen. (Fig. 429.)

Fig. 429.



Argulus foliaceus, junges Männchen. *A'* vordere Antenne, *Sg* Saugnapf am vorderen Kieferfuss, *Kf''* hinterer Kieferfuss, *Sf* Schwimmfüsse, *R* Schnabel, *St* Stachel, *D* Darm, *T* Hoden.

Die innere Organisation erinnert mehrfach an die Phyllopoden. Das Nervensystem zeichnet sich durch die Grösse des Gehirns und des aus sechs dichtgedrängten Ganglienknoten zusammengesetzten Bauchmarkes aus. Ausser zwei grossen zusammengesetzten Seitenaugen ist ein unpaares dreilappiges Medianauge vorhanden. Am Darmcanal unterscheidet man einen kurzen, bogenförmig aufsteigenden Oesophagus, einen weiten, in zwei ramificirte Leberanhänge auslaufenden Magendarm und einen Enddarm, der gerade nach hinten zieht und in der mittleren Ausbuchtung der Schwanzflosse, oberhalb zweier der Furca entsprechenden Plättchen nach aussen mündet. An dem Herzen finden sich zwei seitliche Spaltöffnungen und eine lange Aorta. Als Respirationsorgan fungirt die gesammte Oberfläche des Kopfbrustschildes, indessen scheint in der Schwanzflosse eine besonders lebhafte Blutströmung stattzufinden, so dass man diesen Körpertheil zugleich als eine Art Kieme betrachten kann.

Die kleinen lebhafteren und rascher beweglichen Männchen besitzen an den hinteren Schwimmfusspaaren eigenthümliche Copulationsanhänge. Die Weibchen tragen ihre Brut nicht wie die echten Copepodenweibchen in Eiersäckchen umher, sondern kleben die austretenden Eier, deren vom Dotter

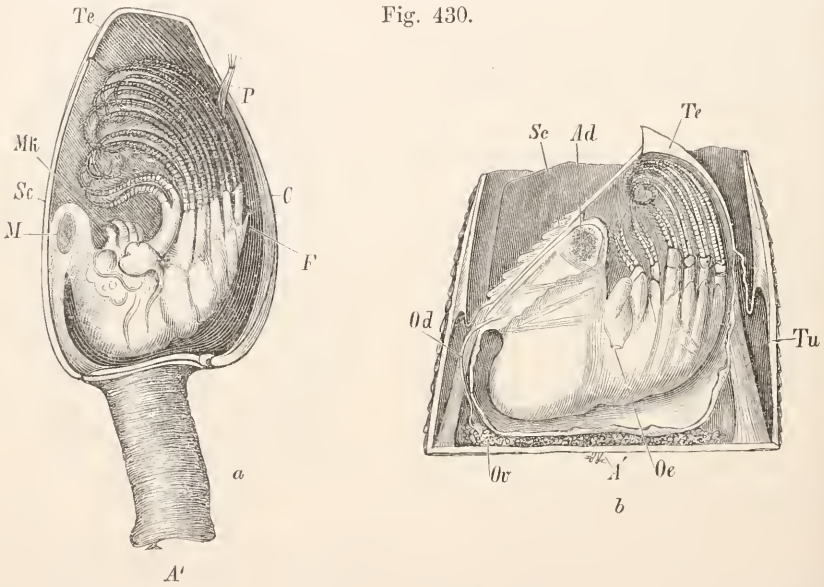
ausgeschiedene Hülle eine blasige Beschaffenheit gewinnt, als Laich an fremden Gegenständen an. Die ausschlüpfenden Jungen durchlaufen eine Metamorphose.

Fam. *Argulidae*, Karpfenläuse. *Argulus* O. Fr. Müll. Vorderes Kieferfusspaar in grosse Saugnäpfe umgestaltet. Stiletförmiger Stachelapparat vorhanden. *A. foliaceus* L. (Pou de poissons, Baldner), auf Karpfen und Stichling. *A. coregoni* Thor., *A. giganteus* Luc., *Gyropeltis* Hell. Das Kieferfusspaar endet mit einer Klaue. Stiletförmiger Stachel fehlt. *G. Kollari* Hell., Kiemen von Hydrocyon, Brasilien. *G. Doradis* Corn.

4. Ordnung. **Cirripedia** [1]**, Rankenfüssler.**

Festsitzende, grösstentheils hermaphroditische Crustaceen, mit undeutlich gegliedertem, von einer Hautduplicatur — mit verkalkten Schalenstücken — umschlossenen Körper, in der Regel mit sechs Paaren von Rankenfüssen.

Fig. 430.



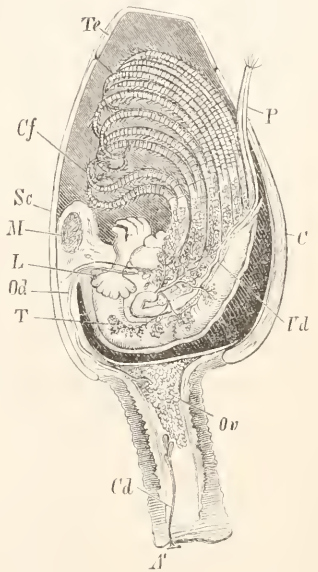
a Lepas, nach Entfernung der rechten Schale. *A'* Haftantenne am Ende des Stiels, *C* Carina, *Te* Tergum, *Sc* Scutum, *Mk* Mundkegel, *F* Furca, *P* Cirrus oder Penis, *M* Muskel (Adductor). — *b Balanus tintinnabulum*, nach Ch. Darwin, nach Entfernung der einen Schalenhälfte. *Tu* Durchschnitt des äusseren Schalenkranzes, *Ov* Ovarium, *Od* Oviduct, *Oe* Ausmündungsöffnung desselben, *Ad* Adductor.

Die Cirripedien wurden wegen der Aehnlichkeit ihrer Schalen mit Muscheln für Mollusken gehalten, bis die Entdeckung der Larven durch Thompson und Burmeister ihre Zugehörigkeit zu den Entomostraken unzweifelhaft machte.

[1]) Vergl. S. V. Thompson, Zoological researches, Tom. I, 1829. H. Burmeister, Beiträge zur Naturgeschichte der Rankenfüssler, 1832. Ch. Darwin, A monograph of the Sub-Class Cirripedia. 2 Vol. London, 1851–1854. A. Krohn, Beobachtungen über die Entwicklung der Cirripedien. Archiv für Naturgesch., 1860. C. Claus, Die Cypris-ähnliche Larve der Cirripedien etc. Marburg, 1869. R. Kossmann, Suctoria und Lepadidae. Würzburg, 1873. Yves Delage, Evolution de la Sacculine. Archives de Zoologie expérimentale et générale, 2e sér., Tom. II, 1884.

Dieselben sind von einer aus mehreren (4, 5 und mehr) Stücken zusammengesetzten muschelförmigen Schale umschlossen, welche, durch Verkalkung der Chitinhaut einer mächtigen Hautduplicatur (Mantel) entstanden, als *Scuta*, *Terga* und *Carina* unterschieden werden. Das Thier ist stets an seinem vorderen Kopfende, welches bei den *Lepadiden* in einen langen, frei aus der Schale hervorstehenden Stiel ausgezogen ist, festgeheftet. Bei den *Balaniden*, welchen dieser Stiel fehlt, ist der Körper noch von einer äusseren, meist aus sechs Stücken gebildeten Kalkröhre umgeben, deren Oeffnung von den nach innen liegenden Schalenstücken deckelartig geschlossen erscheint. (Fig. 430 *a* und *b*.) In beiden Fällen wird die Befestigung des Thieres vornehmlich mittelst des erhärteten Secretes der sogenannten *Cementdrüse* bewirkt, welche an dem vorletzten saugnapfartig erweiterten Gliede der winzig kleinen vorderen Antennen ausmündet. Der vom Mantel und dessen Schalenstücken umhüllte Leib liegt mit seinem hinteren Theile in der Weise nach aufwärts gestreckt, dass die zum Strudeln dienenden Extremitätenpaare aus der schlitzförmigen Spalte des Mantels an der Ventralseite zwischen den paarigen Scuta und Terga hervorgestreckt werden können.

Fig. 431.



Die Organisation von *Lepas*, nach Entfernung der Körperhaut. *Cd* Cementdrüse und Ausführungsgang, *L* Leberanhänge am Darmcanal, *T* Hoden, *Vd* Vas deferens, *Ov* Ovarium, *Od* Oviduct, *Cf* Rankenfüsse.

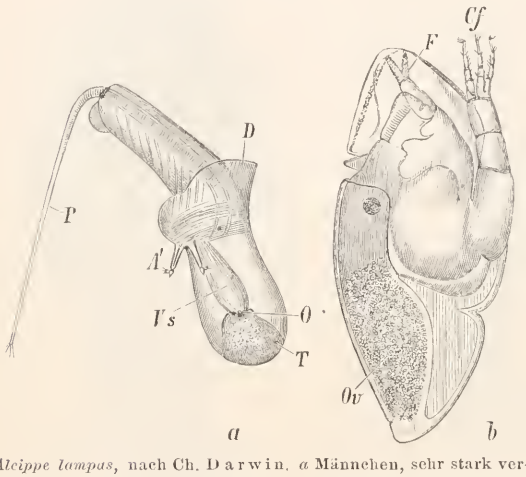
Man unterscheidet einen Kopf mit Antennen und Mundwerkzeugen von dem die Rankenfüsse tragenden Leib (Thorax), ohne beide Abschnitte scharf abgegrenzt zu finden. Dem Thorax schliesst sich noch ein kleiner stummelförmiger, oft nur durch zwei Furcalglieder bezeichneter Hinterleib an, an welchem die Afteröffnung liegt. Hintere Antennen fehlen stets, während die des vorderen Paares auch im ausgebildeten Zustande als winzig kleine Haftorgane nachweisbar bleiben. Die Mundwerkzeuge sitzen einer ventralen Erhebung des Kopfabschnittes auf und bestehen aus Oberlippe mit Lippentastern, zwei Mandibeln und vier Maxillen, von denen die zwei hinteren zu einer Art Unterlippe sich vereinigen. Am Leibe erheben sich meist sechs Paare vielgliedriger Rankenfüsse, deren cirrenartig verlängerte, reich mit Borsten und Haaren besetzte Aeste zum Herbeistrudeln der im Wasser suspendirten Nahrungsstoffe dienen. Der stummelförmige Hinterleib trägt einen langgestreckten, zwischen den Rankenfüssen nach der Bauchfläche umgeschlagenen Cirrus, das männliche Copulationsorgan. Uebrigens gibt es für die Gestaltung des gesammten Leibes zahlreiche und höchst sonderbare Abweichungen. Es können nicht nur die Verkalkungen des Mantels unterbleiben und die Rankenfüsse ihrer Zahl nach reducirt sein oder selbst ganz fehlen, sondern auch die Mundtheile und Gliedmassen verloren

gehen (*Peltogastriden*) und der Körper zur Form eines ungegliederten Schlauches, Sackes oder einer gelappten Scheibe herabsinken.

Die Cirripedien besitzen ein paariges Gehirnganglion und eine meist aus fünf Ganglienpaaren gebildete, zuweilen aber auch zu einer gemeinsamen Ganglienmasse verschmolzene Bauchganglienkette (*Balaniden*). Von Sinnesorganen ist das Vorkommen eines wenn auch rudimentären, dem unpaaren Nauplinsauge entsprechenden Doppelauges hervorzuheben.

Ein Darmcanal fehlt nur den Wurzelkrebsen. Bei den *Lepadiden* und *Balaniden* besteht der Verdauungscanal aus einer engen Speiseröhre, einem sackförmig erweiterten *Magen*, welcher mehrere blinddarmförmige Anhangsdrüsen (*Leber*) trägt, und einem langgestreckten Chylusdarm, von welchem der kurze Enddarm nur zuweilen schärfer abgesetzt erscheint. (Fig. 431.) Die *Rhizocephalen* (Fig. 436 *a*), welche mittelst wurzelartiger Fäden die Eingeweide, insbesondere die Leber von Decapoden, umstricken, entbehren des Darmes und nehmen durch die wurzelartigen Ausläufer ihres Parenchyms (wie bereits *Anelasma* unter den Lepadiden) die Nahrungssäfte endosmotisch auf. Besondere den Cirripedien eigenthümliche Absonderungsorgane sind die an der Haftscheibe der Antennen ausmündenden sogenannten Cementdrüsen, durch deren Secret die Befestigung des Cirripedienleibes bewirkt wird. Ein Herz und Gefässsystem scheint überall zu fehlen. Als Kiemen betrachtet man die Schläuche, welche an mehreren Rankenfüssen mancher *Lepadiden* auftreten, sowie zwei krausenartig gefaltete Lamellen an der Innenseite des Mantels der *Balaniden*.

Fig. 432.



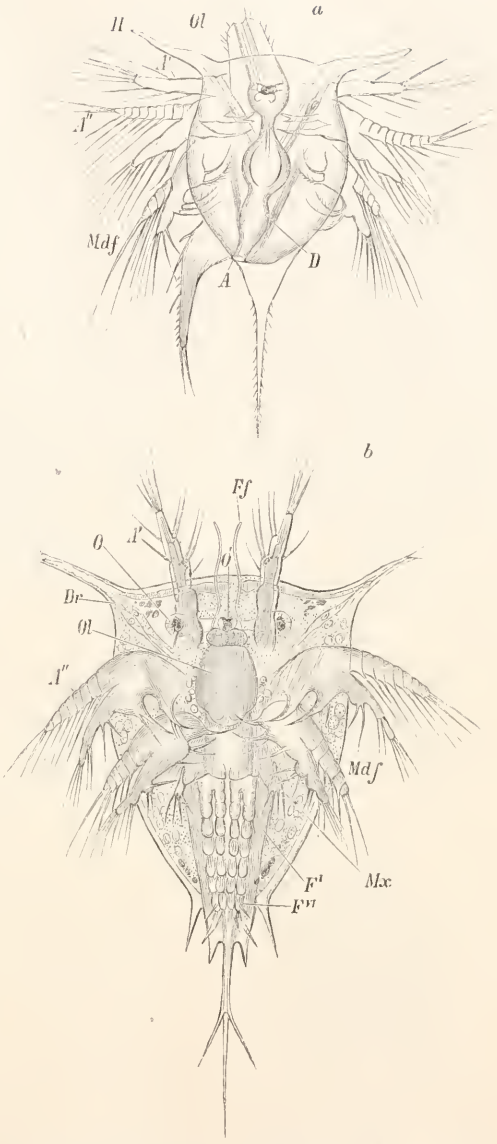
Alcippe lampas, nach Ch. Darwin. *a* Männchen, sehr stark vergrössert. *T* Hoden, *Vs* Samenblase, *D* Hautduplicatur, *O* Auge, *P* Penis, *A'* Antennen. — *b* Weibchen im Längsschnitt. *F* Kieferfuss, *Cf* die drei Paare von Rankenfüssen, *Ov* Ovarium.

Die Cirripedien sind mit wenigen Ausnahmen Zwitter. Die Hoden liegen als vielfach verästelte Drüsenschläuche zu den Seiten des Darmes, ihre in Samenblasen erweiterten Samenleiter erstrecken sich nach der Basis des cirrusförmigen Penis, in welchem sie sich zu einem gemeinsamen, an der Spitze des Cirrus mündenden Ductus ejaculatorius vereinigen. (Fig. 431.) Die Ovarien liegen bei den *Balaniden* im basalen Theile der Leibeshöhle im Schalenkranze, bei den *Lepadiden* rücken sie in die als Stiel bekannte Verlängerung des Kopfes hinein, ihre Oviducte münden nach Krohn auf einem Vorsprunge am Basalgliede der vorderen Rankenfüsse aus. (Fig. 430 *b*.) Die austretenden Eier

sammeln sich zwischen Mantel und Leib in grossen plattgedrückten, zarthäutigen Schläuchen, welche, bei den *Lepadiden* an einer Hautfalte des Mantels befestigt, auf der Rückenseite des Thieres aneinanderstossen.

Trotz des Hermaphroditismus existiren nach Darwin in einzelnen Gattungen (*Ibla*, *Scalpellum*) sehr einfach organisirte Zwergmännchen von eigenthümlicher Form, sogenannte *complemental males*, welche Parasiten-ähnlich am Körper des Zwitters haften. Auch gibt es getrennt geschlechtliche Cirripedien mit ausgeprägtem Dimorphismus beider Geschlechtsthiere. Dieser Fall trifft für *Scalpellum ornatum* und *Ibla Cumingii*, ferner für die merkwürdigen Gattungen *Cryptophialus* und *Alcippe* zu. (Fig. 432.) Die Männchen dieser Formen bleiben nicht nur zwergartig klein, sondern entbehren auch nach Darwin der Mundöffnung, des Verdauungscanals, sowie der Rankenfüsse. In der Regel sitzen zwei, zuweilen aber auch eine grössere Zahl von Männchen am weiblichen Körper.

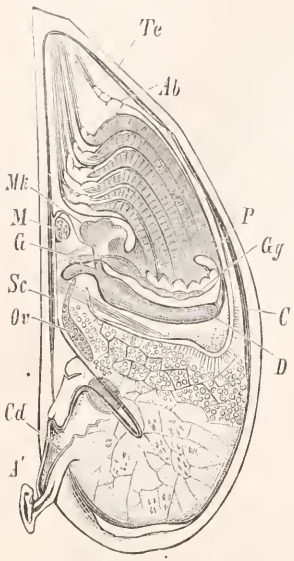
Fig. 433.



a Aeltere Cirripedienlarve. *Ol* Rüssel mit Mundöffnung. *H* Stirnhörner, *D* Darm, *A* After, *A'*, *A''* vordere und hintere Antenne, *Mdf* Mandibularfuss. — *b* Metanaupliuslarve von *Balanus* vor der Häutung. Unter der Haut sind die Anlagen der Seitenaugen (*O*) und sämmtlicher Beinpaare (F^I bis F^{VI}) der Puppe nachweisbar. *Ff* Frontalfäden, *O'* unpaares Auge, *Dr* Drüsenzellen der Stirnhörner, *A'* die ersten Antennen mit der Haftscheibe, *Mx* Maxillaranlage.

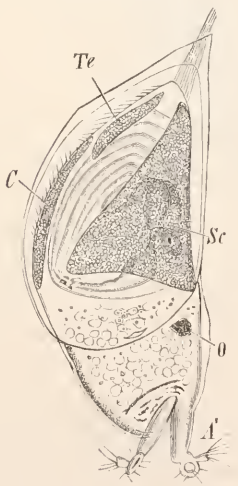
Die Eier durchlaufen bereits in den Brutbehältern eine ungleichmässige Furchung. Die hellen Dotterzellen lagern sich um den Nahrungsdotter in Form einer Keimblase, deren Bauchseite sich bald (wohl durch Auftreten der Mesodermanlage) ansehnlich verdickt. Die aus den Eihüllen ausgeschlüpften Larven sind *Nauplius*formen (Fig. 433 *a*, *b*), von ovaler oder birnförmiger Gestalt, mit unpaarem Stirnauge, seitlichen Stirnhörnern und drei

Fig. 434.



Medianschnitt durch eine *Lepas*-Puppe. *A'* Haftantenne, *C* Cariua, *Te* Tergum, *Sc* Scutum, *G* Gehirn, *Gg* Ganglienkette, *Mk* Mundkegel, *D* Darm, *Cd* Cementdrüseugang, *Ov* Ovarium, *Ab* Abdomen, *P* Penisanlage, *M* Adductor.

Fig. 435.



Junge *Lepas* nach Abstossung der beiden hornigen Schalenklappen und Streckung des in der Puppe eingeknickten Vorderkopfes (Stiel), *O* unpaares Auge.

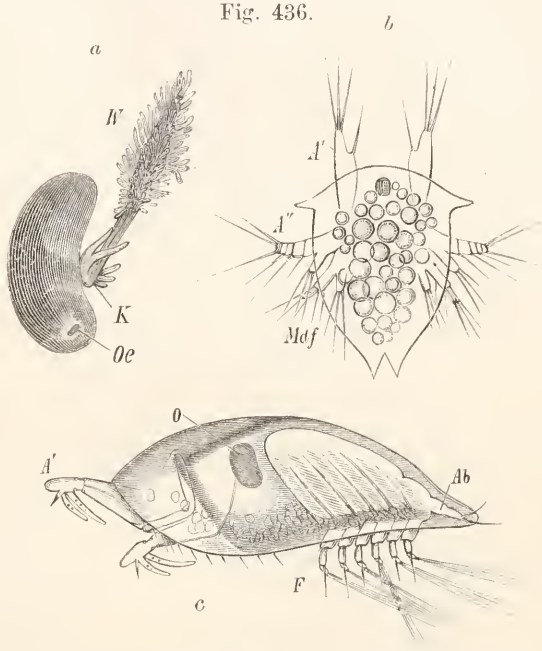
Gliedmassenpaaren, von denen das vordere aus einem einzigen Ast besteht, die zwei nachfolgenden aber zwei Aeste mit dichtem Besatz von Schwimmborsten tragen.

Nach mehrmaliger Abstreifung der Haut tritt die zu beträchtlicher Grösse angewachsene Larve in eine neue Entwicklungsphase, in das sogenannte Cyprisstadium (Puppe) ein. (Fig. 434.) Die Integumentduplicatur repräsentirt nunmehr eine zweiklappige muschelähnliche Schale, an deren klaffendem Bauchrande die Extremitäten hervortreten können. Während die Form der Schale an die Ostracoden erinnert, nähert sich der Körperbau nach Gliederung und Extremitätenbildung den Copepoden. Aus den ersten Gliedmassen der Nauplituslarve ist eine viergliedrige Haftantenne hervorgegangen, deren vorletztes Glied sich scheibenförmig verbreitert hat und die Mündung der Cementdrüse enthält, während das Endglied ausser Tastborsten eine oder zwei zarte lanzetförmige Riechfäden trägt. Als Reste der Stirnhörner finden sich zwei kegelförmige Vorsprünge in der Nähe des Vorderrandes. Von den beiden zweiästigen Extremitätenpaaren ist das dem zweiten Antennenpaar entsprechende abgeworfen, das hintere dagegen zur Anlage der Oberkieferplatten an dem noch geschlossenen Mundkegel verwendet, an welchem auch bereits die Anlagen von Unterkiefer und Unterlippe bemerkbar sind. Auf den Mundkegel folgt der Brustabschnitt mit sechs zweiästigen, den Copepodenfüssen ähnlichen Ruderfusspaaren und ein kleines, dreigliedriges, mit Furcalgliedern und Schwanzborsten endendes Abdomen. Die Puppe trägt zu den Seiten des unpaaren Augenfleckes ein Paar grosser zusammengesetzter Augen und schwimmt mittelst der Ruderfüsse umher. Eine Nahrungsaufnahme scheint nicht stattzufinden. Das zur weiteren Umgestaltung nothwendige Material ist in Gestalt eines mächtig entwickelten Fettkörpers vornehmlich im Kopftheil und Rücken aufgespeichert.

Nach längerem oder kürzerem Umherschwärmen heftet sich die Puppe, wenn unter ihrer Haut die Theile des Cirripedienleibes sichtbar werden, mit-

telst der Haftscheibe ihrer vorgestreckten, armförmig gebogenen Antennen an fremden Gegenständen an, und es beginnt aus der schlauchförmigen Cementdrüse die Abscheidung eines erstarrenden Kittes, welcher die nunmehr dauernde Fixation des jungen Rankenfüsslers verursacht. Bei den Lepadiden wächst der über und zwischen den Haftantennen befindliche Kopftheil mächtig aus, so dass er aus der Schalenhaut, unter welcher die Kalkstücke der Cirripedienschale durchschimmern, hervortritt und nach Abstreifung der chitinigen Puppenhaut den fleischigen, die Befestigung vermittelnden Stiel darstellt, in welchen auch die Ovarialanlagen eintreten. (Fig. 435.) Die paarigen Augen der schwärmenden Puppe sind abgeworfen, während der unpaare Pigmentfleck verbleibt. Die Mundwerkzeuge treten in voller Differenzirung ihrer Theile hervor, und aus den zweiästigen Ruderfüssen sind kurze, aber bereits vielgliedrige Strudelfüsse geworden.

Fig. 436.



a Sacculina purpurea, nach Fr. Müller. *Oe* Oeffnung des Mantelsackes, *W* Wurzelausläufer, *K* Krone derselben. — *b* Naupliuslarve einer *Sacculina*. *A'*, *A''* die beiden Antennen, *Mdf* Mandibularfuss. — *c* Puppe von *Lernaeodiscus porcellanae*, nach Fr. Müller. *F* die sechs Beinpaare, *Ab* Abdomen, *A'* Haftantenne, *O* Auge.

Die Cirripedien sind Bewohner des Meeres und siedeln sich an verschiedenen Gegenständen, z. B. Holzpfählen, Felsen, sowie ferner an Muschelschalen, Krebsen, Haut von Walfischen etc., meist colonieweise an. Einige, wie *Lithotrya, Alcippe* und die *Cryptophialiden*, vermögen sich in Muschelschalen und Korallen einzubohren, während die *Rhizocephalen* an Krebsen schmarotzen. Bei den letzteren wird der Leib sackförmig und verliert sämmtliche Extremitäten, sowie den Darmcanal, während wurzelförmige Ausläufer die Säfte des Wohnthieres (Decapoden) ausziehen. (Fig. 436.)

1. *Pedunculata.* Körper gestielt, mit sechs Rankenfusspaaren. Mantel meist mit Carina, Scuta und Terga. (Fig. 430 *a*.)

Fam. *Lepadidae.* Stiel deutlich abgesetzt, ohne Kalkplatten. Mantel häutig, in der Regel mit den fünf Schalenstücken, von denen Scuta und Terga hintereinander liegen. *Lepas* L. (*Anatifa* Brug.), *L. fascicularis* Ellis (*vitrea* Lam.). Von den nordischen Meeren bis zur Südsee. *L. anatifera* L., überall verbreitet. *Conchoderma* Olf. (*Otion, Cineras* Leach.), *C. virgata* Spengl., häufig an Schiffen befestigt. *C. aurita* L. *Anelasma* Darw., Stiel mit wurzelartigen Auswüchsen, welche in die Haut von Squaliden eintreten. *A. squalicola* Lovén.

Fam. *Pollicipedidae*. Stiel nicht scharf abgesetzt, beschuppt oder behaart. Schalenstücke sehr stark, der Zahl nach vermehrt. Scuta und Terga liegen nebeneinander. Zuweilen mit Ergänzungsmännchen. *Pollicipes cornucopia* Leach., Ocean und Mittelmeer. *Scalpellum vulgare* Leach, Nordsee und Mittelmeer. *Sc. ornatum* Gray, Südafrika. *Ibla quadrivalvis* Cuv., Südaustralien. *I. Cumingii* Darw., Philippinen. *Lithotrya* Sow.

2. *Operculata*. Körper ohne oder mit rudimentärem Stiel, von einem äusseren Schalenkranz umgeben, an dessen Spitze die Scuta und Terga einen meist freibeweglichen Deckel mit musculi depressores bilden. (Fig. 430 *b*.)

Fam. *Balanidae*. Scuta und Terga frei beweglich, untereinander articulirend. Die Kiemen je aus einer Falte gebildet. *Balanus tintinnabulum* L. Sehr verbreitet und auch fossil bekannt. *B. improvisus* Darw., Brackwasserform. *Chelonobia testudinaria* L., auf Seeschildkröten.

Fam. *Coronulidae*. Scuta und Terga frei beweglich, aber nicht miteinander articulirend. Die beiden Kiemen je aus zwei Falten bestehend. *Tubicinella trachealis* Shaw., Südsee. *Coronula balaenaris* L., südlicher Ocean. *C. diadema* L., nördlicher Ocean.

3. *Abdominalia*. Der ungleichmässig segmentirte Körper wird von einem flaschenförmigen Mantel umschlossen und trägt am Endabschnitte meist drei Paare von Rankenfüssen. Mundtheile und Darmcanal vollkommen ausgebildet. Sind getrennt geschlechtlich und leben als Parasiten in der Kalkschale von Cirripedien und Mollusken eingegraben.

Fam. *Alcippidae*. Mit vier Paaren von Füssen, von denen das erste tasterförmig ist, die beiden letzten einästig, aus wenigen langgestreckten Gliedern zusammengesetzt sind. (Fig. 432.) Weibchen in Molluskenschalen eingebohrt, mit Zwergmännchen ohne Mund, Magen und Rankenfüsse. *Alcippe lampas* Hanc., bohrt sich Höhlungen in die Columella von Fusus- und Buccinum-Schalen, Küste von England.

Fam. *Cryptophialidae*. Mit drei Paaren von Rankenfüssen am Hinterende. *Cryptophialus* Darw., *Cr. minutus* Darw., in der Schale von Concholepas Peruviana, Westküste von Südamerika. *Kochlorine hamata* Noll, in Höhlungen der Schalen von Haliotis.

4. *Apoda*. Der segmentirte, aus eilf Ringen gebildete Körper entbehrt besonderer Mantelduplicaturen und nähert sich der Form einer Made. Die Haftfühler bandförmig verlängert. Mund zum Saugen eingerichtet mit Mandibeln und Maxillen. Rankenfüsse fehlen. Verdauungscanal rudimentär. Leben als Parasiten im Mantel anderer Cirripedien. Zwitter.

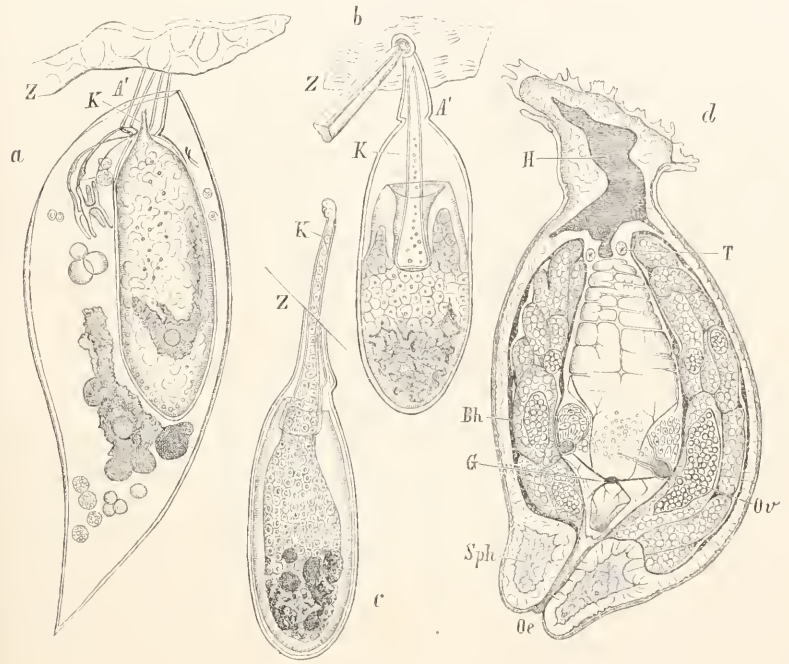
Fam. *Proteolepadidae* mit der einzigen Gattung *Proteolepas* Darw., *Pr. bivincta* Darw., Westindien.

5. *Rhizocephala* [1]), *Wurzelkrebse*. (Auch als Unterordnung zu trennen.) Der ausschliesslich dem Kopftheile der Cirripedien entsprechende Körper schlauch- oder sackförmig, ohne Segmentirung und ohne Gliedmassen, mit engem kurzen Haftstiel, an welchem lange, wurzelartig verzweigte Fäden ent-

[1]) W. Lilljeborg, Les genres Liriope et Peltogaster. Nova acta reg. soc. scient. Upsal., Ser. 3, Vol. III, 1860. Fr. Müller, Die Rhizocephalen. Archiv für Naturgesch., 1862 und 1863. R. Kossmann, Beiträge zur Anatomie der schmarotzenden Rankenfüssler. Verhandl. der med.-phys. Gesellsch. Würzburg, Neue Folge, Tom. IV. Yves Delage, l. c. Archiv. de Zoologie expér., 2 Ser., Tom. II, 1884. Die Bezeichnung *Rhizocephala* durch den von Delage vorgeschlagenen Namen „*Kentrogonides*“ zu ersetzen, ist um so weniger Grund vorhanden, als der zurückgebliebene Theil des Larvenleibes, welcher zum Parasiten wird, thatsächlich dem Vorderkörper oder Kopf entspricht.

springen. (Fig. 436.) Dieselben durchsetzen den Leib des Wohnthieres und führen dem Parasiten die Nahrung zu. Mantel sackförmig, ohne Kalkstücke, mit enger verschliessbarer Oeffnung. Mund und Darmapparat fehlen. Die meist paarigen Hoden liegen zwischen den Ovarien und münden in die Bruthöhle aus. Leben als Parasiten vornehmlich am Abdomen von Decapoden, deren Eingeweide sie mit ihren wurzelartigen Fäden umschlingen. Bau und Entwicklung wurden am genauesten von Delage an *Sacculina carcini* studirt. Nach den eingehenden Beobachtungen dieses Autors setzt sich die Cypris-ähn-

Fig. 437.



Larven von *Sacculina carcini* nach Delage. *a* Cyprisstadium nach der Festheftung mittelst der Haftantennen (*A'*) am Integument (*Z*) des Abdomens von Carcinus, unter der Haut ist die kentrogone Larve sichtbar. *K* kentrogoner Fortsatz. *b* Die kentrogone Larve nach Abwerfung der Schale des Cyprisstadiums. *c* Späteres Stadium, der Fortsatz (*K*) wächst in das Innere des Trägers ein. *d* Längsschnitt durch eine *Sacculina*. *Oe* Kloakenöffnung, *Sph* Sphincter der Kloake, *G* Ganglion, *Bh* Bruthöhle mit Eiern gefüllt, *T* Hoden, *Ov* Ovarien, *H* Höhlung des Stieles.

liche Larve am Hinterleibe einer jungen Krabbe mittelst der Haftantennen fest und dringt, nach Rückbildung von Thorax und Abdomen sowie nach Abstreifung der Haut zu einem länglich sphärischen Körper reducirt, mittelst eines pfeilförmigen Körperfortsatzes (kentrogones Stadium) in die Leibeshöhle des Wirthes ein. (Fig. 437 *b*.) Dieser Vorgang soll sich in der Weise vollziehen, dass der gesammte Inhalt des Schlauches in den Leib der jungen Krabbe überwandert und von einer neuen Cuticula umgeben, zur internen dem Darme anliegenden Sacculina wird. Die Haut derselben treibt alsdann zahlreiche wurzelförmige Ausläufer um die Eingeweide des Wirthes, und gestaltet sich, während sein mittlerer

Theil mit der Ovarialanlage als Anschwellung hervortritt und schliesslich durch die Cuticula des Wirthes nach aussen durchbricht, zum externen Parasitenkörper, mit welchem die im Innern des Wirthes zurückbleibenden Wurzelfortsätze durch einen Stiel verbunden sind. Im Körper der jungen Sacculina haben sich inzwischen Ovarium und Hoden nebst Ganglion und mächtiger Muskulatur des Mantels differenzirt, auch ist die Mantelöffnung gebildet, in deren Umgebung mehrere Cyprisförmige Zwergmännchen [?] anhaften.

Fam. *Peltogastridae*. *Peltogaster paguri* Rathke. *Sacculina carcini* Thomps., *Lernaeodiscus porcellanae* Fr. Müll., Brasilien.

II. Unterclasse. **Malacostraca.**

Im Gegensatze zu den Entomostraken erscheint am Malacostrakenleib eine constante Zahl von Segmenten und Gliedmassenpaaren verwendet. Kopf und Thorax, bei der wechselnden Zahl der vorderen, zu Mundwerkzeugen umgestalteten Beinpaare nicht absolut abgrenzbar, setzen sich aus 13 Segmenten zusammen und tragen die gleiche Zahl von Gliedmassenpaaren, während der überall wohl abgesetzte Hinterleib (Abdomen) sechs Segmente mit ebensoviel Beinpaaren in sich fasst und mit einer aus dem Terminalabschnitte des Leibes hervorgegangenen Platte (*Telson*) abschliesst.

Unter den lebenden Crustaceen gibt es eine Gattung, *Nebalia* (Fig. 438 *a*, *b*), welche den Malacostraken der Organisation nach sehr nahe steht, jedoch durch eine grössere Zahl von Abdominalsegmenten abweicht, indem auf sechs gliedmassentragende Abdominalsegmente noch zwei gliedmassenfreie Segmente und gestreckte Furcaläste folgen. Diese merkwürdige, lange Zeit hindurch als Phyllopod betrachtete Form, welche in Wahrheit den Malacostraken viel näher steht, hat somit in der Gestaltung des terminalen Abschnittes des Abdomens noch nicht die besondere Form der Schwanzplatte, des Telsons, zur Erscheinung gebracht. Wahrscheinlich handelt es sich in *Nebalia* um ein in die Jetztwelt hineinreichendes Glied einer sehr alten Crustaceengruppe, welche zu dem Malacostrakentypus hinführte.

Der Kopf der Malacostraken fasst überall ausser dem Mandibelsegmente, an welchem zwei Paragnathen, wahrscheinlich vom ersten Maxillenpaare abgesonderte Laden, eine Art Unterlippe bilden, noch die Segmente von zwei Maxillenpaaren in sich, deren Gestalt den Charakter von Füssen bewahrt. Die nachfolgenden acht Gliedmassenpaare des Mittelleibes, welche bei *Nebalia* der Form und Gliederung nach Phyllopodenbeinen nahe stehen, können untereinander noch nahezu gleich oder doch sehr ähnlich gestaltet sein und zwei mehrgliedrige Aeste besitzen, daher als sogenannte Spaltfüsse erscheinen (*Schizopoden*). Eine solche Gliedmasse ist als Grundform der Malacostrakengliedmassen zu betrachten. Dieselbe besteht aus einem zweigliedrigen Stamme, einem fünfgliedrigen Innenast (Endopodit) und einem geisselförmigen Aussenast (Exopodit). Dazu kommen am Basalgliede des Stammes Anhänge, die entweder beinartig verlängert, beziehungsweise lamellös verbreitert sind

(Epipodit), oder zarthäutige verschieden gestaltete Kiemenschläuche darstellen. In der Regel aber tritt wenigstens der vorderste Brustfuss in den Dienst der Nahrungsbearbeitung und gewinnt als „*Maxillarfuss*“ eine vermittelnde Form zwischen Maxille und Thoracalbein. In diesem Falle erscheint gewöhnlich der gesammte Vorderkörper, das Segment des Maxillarfusspaares mit eingeschlossen, kopfartig abgesetzt, während sieben Brustsegmente mit ebensoviel Beinpaaren freie Ringe des Mittelleibes bleiben, welchen sich der sechsgliedrige Hinterleib mit seinen Beinpaaren (*Pleopoden*) nebst Telson anschliesst (Ringelkrebse, *Arthrostraca*). In anderen Malacostrakengruppen verhalten sich auch noch das nächste oder die beiden nächstfolgenden Paare von Brustbeinen als Kieferfüsse, ohne dass es zu einer scharfen Absetzung von Kopf und Mittelleib kommt. Häufig wird der letztere wenigstens theilweise von einer schildförmigen Duplicatur überdeckt (*Thoracostraca*), welche morphologisch der Phyllopodenschale entspricht und sich als mehr oder minder umfangreicher, mit dem Rücken des Thorax verwachsener Schalenpanzer ausbildet, unter welchem die hinteren, selten sämmtliche Brustsegmente als freie Ringe gesondert bleiben können. Die Beinpaare des Hinterleibes sind minder umfangreich und meist einfacher gegliedert. Sie dienen oft zum Strudeln oder Schwimmen, zuweilen aber zu Nebenleistungen, wie zum Tragen der Eier oder als Hilfsorgane der Begattung.

1. Leptostraca [1]).

Malacostraken mit zweiklappiger, den Kopf und Mittelleib umlagernder Schalenduplicatur und beweglicher Kopfplatte an derselben, mit acht wohlabgegrenzten Brustsegmenten und mit viel- (8) gliedrigem, in einen Schwanzstachel oder in zwei Furcaläste endigendem Abdomen.

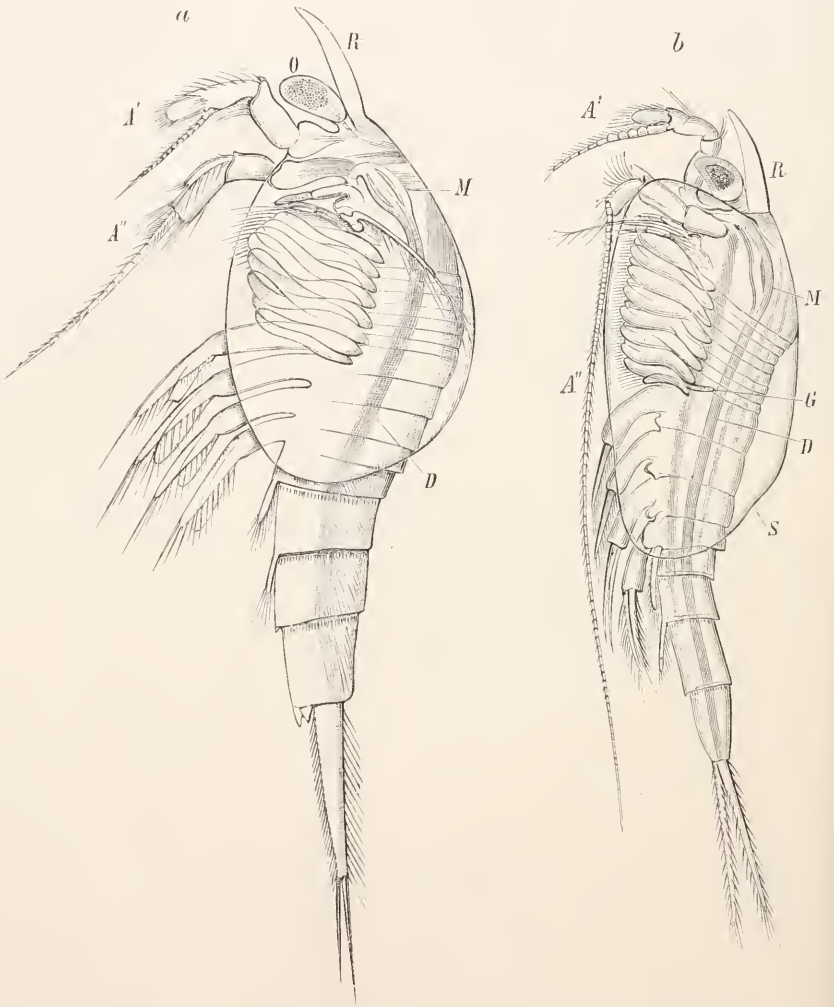
An dem stark comprimirten, von den Schalenklappen bedeckten Leibe entspringen unterhalb der Kopfplatte zwei bewegliche Stielaugen, weiter abwärts die beiden Antennenpaare, von denen das vordere auf viergliedrigem Schaft eine borstenrandige Schuppe und eine vielgliedrige Geissel trägt. Auch der dreigliedrige Schaft der hinteren Antenne setzt sich in eine lange, beim Männchen bis zum hinteren Körperende reichende Geissel fort. Mandibeln mit dreigliedrigem Taster. Vordere Maxillen dreilappig, mit langem, beinartig verlängertem, als Putzfuss dienendem Taster, die zweiten Maxillen nach Art eines Phyllopodenfusses gelappt. An den acht deutlich abgegliederten Brustsegmenten erheben sich ebensoviele lamellöse Beinpaare mit Innen- und Aussenast und zweizipfeligem Kiemenanhang. (Fig. 409 *Ep.*) Die vier langgestreckten vorderen Segmente des Abdomens tragen zweiästige Amphipoden-ähnliche Schwimm- und Strudelfüsse. Der frei aus der Schale vorragende hintere Ab-

[1]) Ausser den citirten Werken von Leach, Latreille, M. Edwards vergl. C. Claus, Crustaceensystem l. c. Wien, 1876. Packard, The order Phyllocarida and its systematic position. A Monograph of the Phyllopod Crustacea etc. Boston, 1883. G. O. Sars, Report on the Phyllocarida. Challenger Exp., Tom. XIX, 1887. C. Claus, Ueber den Organismus der Nebaliden und die systematische Stellung der Leptostraken. Arbeiten des zool. Inst. Universität Wien, Tom. VIII, 1888.

schnitt des noch an zwei Segmenten Fussstummel tragenden Abdomens verjüngt sich nach dem Ende zu und erhält in zwei langen borstenrandigen Furcalästen seinen Abschluss. (Fig. 438.)

Das Nervensystem besteht aus einem grossen zweilappigen Gehirn und einem langgestreckten Bauchstrang mit 17 Ganglienpaaren, von denen nur die

Fig. 438.



Nebalia Geoffroyi, stark vergrössert. *a* Weibchen. *b* Männchen. *R* Rostralplatte, *O* Stielauge, *A'*, *A''* die beiden Antennen, *M* Vormagen, *D* Darm, *S* Schale, *G* Vas deferens.

sechs letzten des Abdomens durch lange Commissuren von einander abstehen. Der Oesophagus geht in einen mittelst Muskeln am Integumente befestigten, mit Borstenleisten und Kieferplatten bewaffneten Vormagen über. Am Anfang des Darmrohres finden sich zwei kurze, nach vorn gerichtete und sechs lange, den ganzen Leib durchsetzende Leberschläuche. Der kurze, mittelst Dilatatoren befestigte Afterdarm beginnt mit einem dorsalen, nach vorn gerichteten Blind-

schlauch und mündet, von zwei dreieckigen Chitinplatten bedeckt, zwischen den Furcalästen aus. Eine Antennendrüse ist vorhanden, ebenso eine rudimentäre Schalendrüse. Das langgestreckte Herz durchsetzt die Brust und den vorderen Abschnitt des Abdomens und besitzt vier grosse und drei kleine venöse Ostienpaare. Das vordere und hintere Ende desselben setzt sich in Aorten fort. Die Blutbewegung erfolgt in regelmässigen Bahnen der Leibeshöhle und in engen gefässartigen Canälen der Schale. Von Bedeutung ist das Vorhandensein eines mächtigen, dem Schalenschliesser der Ostracoden entsprechenden Schliessmuskels beider Schalenklappen.

Ovarien und Hoden erstrecken sich als lange Schläuche seitlich vom Darm durch Brust und Abdomen, die Ausführungsgänge der Ovarien münden am drittletzten, die der Hoden am letzten Brustsegmente. Das Männchen ist leicht an den dichter gehäuften Spürhaaren der Vorderantennen, sowie an der bedeutenderen Länge der hinteren Antennen zu erkennen. Das Weibchen trägt die abgelegten Eier zwischen den Brustbeinen bis zum Ausschlüpfen der Jungen.

Die Embryonalentwicklung wird durch eine partielle Dotterfurchung eingeleitet und bietet vielfache Aehnlichkeit mit jener der Mysideen. Die ausschlüpfenden Jungen besitzen eine noch rudimentäre Schale und noch rudimentäres viertes Pleopodenpaar.

Die Nebalien gehören durchaus dem Meere an, nähren sich von thierischen Stoffen und besitzen eine ungewöhnliche Lebenszähigkeit.

Fam. *Nebalidae*. *Nebalia* Leach. *Nebalia Geoffroyi* M. Edw., Adria und Mittelmeer. *N. bipes* Fabr., Grönland. *Paranebalia* Cls., *P. longipes* W. Suhm. *Nebaliopsis* G. O. Sars. *N. typeia*.

Mit den Leptostraken verwandt sind die palaeozoischen als *Archaeostraken* zu bezeichnenden *Ceratiocariden*, welche bei viel bedeutenderer Körpergrösse mit stärkeren Schalenklappen, vielgliedrigem Hinterleib und drei oder mehrstacheligem Schwanzende versehen sind.

Leider lässt sich über die nähere Beschaffenheit der Gliedmassen und die innere Organisation dieser palaeozoischen, aus höchst unvollständig erhaltenen Resten bekannt gewordenen Formen nichts Sicheres aussagen. Die Thiere lebten im Meere oder Brackwasser. Die beweglichen Seitenstacheln am Schwanzstachel (Telson) scheinen Gliedmassen zu entsprechen.

Fam. *Ceratiocaridae*. *Ceratiocaris* M'Coy. *C. papilio* Salt., oberer Silur. *Dictyocaris* Salt., oberer Silur. *Hymenocaris* Salt., Cambrische Lingula-Schiefer.

2. Arthrostraca[1], Ringelkrebse.

Malacostraken mit sessilen Seitenaugen, mit meist sieben, seltener sechs oder weniger gesonderten Brustsegmenten und ebensoviel einästigen Beinpaaren, ohne Schalenduplicatur.

[1]) Ausser den Werken von Latreille, M. Edwards, Dana u. A. vergl. Spence Bate und J. O. Westwood, A History of the British sessile-eyed Crustacea, Tom. I und II. London, 1863—1868. G. O. Sars, Histoire naturelle des Crustacés d'eau douce de Norvège. Christiania, 1867. Y. Delage, Contributions à l'étude de l'appareil circul. des Crustacés Édriophthalmes marins. Arch. de zool. expér. et génér., Tom. IX, 1881

Der kopfähnlich abgesetzte Vordertheil des Cephalothorax, meist schlechthin als Kopf bezeichnet, trägt vier Antennen und die beiden Mandibeln, ferner vier Maxillen- und ein Maxillarfuss- oder Beikieferpaar, also im Ganzen sechs Gliedmassenpaare. Die kleine zweilappige Paragnathenplatte hinter dem Mandibelpaare würde die Abgrenzung des *primären* Kopfabschnittes bezeichnen, welcher lediglich die drei Gliedmassenpaare der Naupliusform umfasst.

Auf den Kopf folgen in der Regel sieben freie Brustringe mit ebensoviel zum Kriechen oder Schwimmen dienenden Beinpaaren. (Fig. 439 *a*.) Selten ist die Zahl der gesonderten Brustsegmente auf sechs (*Tanais*) oder fünf (*Anceus*) beschränkt, indem das vordere, beziehungsweise auch zweite der Brustsegmente mit dem Kopfe in nähere Verbindung getreten und zu einem grösseren Kopfbruststück vereinigt ist. Auch kann in diesem Falle (*Tanais*) eine kleine Schalenduplicatur nebst Athemhöhle auftreten. Die den freien Brustsegmenten zugehörigen Beine entbehren des Exopoditen und sind meist siebengliedrige Greif- und Gehfüsse. Sehr häufig ist das Basalglied zum Seitenstück des Segmentes (Epimer) geworden, von dem es sich oft noch durch eine Furche abgrenzt. In anderen Fällen ist dasselbe gar nicht mehr als Glied zu erkennen, und dann erscheint das Bein sechsgliedrig mit klauenförmigem Endglied.

Das auf die Brust folgende Abdomen umfasst in der Regel sechs beintragende Segmente und eine gliedmassenlose, das Endsegment repräsentirende einfache oder gespaltene Platte. Indessen kann sich die Zahl der Abdominalsegmente und Beinpaare reduciren (*Isopoden*), ja sogar das ganze Abdomen ein ungegliederter stummelförmiger Anhang werden (*Laemodipoden*). (Fig. 441.)

Das *Nervensystem* besteht aus dem Gehirn und einer aus zahlreichen Ganglienpaaren gebildeten Bauchkette mit deutlicher Duplicität der Stämme und ausgeprägter Sonderung der Ganglien. Auch ist bei den *Isopoden* ein unpaarer Eingeweidenerv nachgewiesen worden. Die beiden Augen sind überall sessile zusammengesetzte Augen mit glatter oder facettirter Hornhaut, niemals Stielaugen. Sehr verbreitet treten an den vorderen Antennen zarte Spürfäden auf, besonders zahlreich im männlichen Geschlecht.

Am *Verdauungscanal* findet sich ein kurzer, nach aufwärts steigender Oesophagus und ein weiter, durch feste Hornleisten gestützter, sowie oft mit kräftigen Chitinplatten bewaffneter Vormagen, auf welchen ein längerer, mit zwei bis drei Paaren von Leberschläuchen versehener Magendarm folgt. Der Enddarm, vor welchem ein oder zwei, wahrscheinlich als Harnorgane fungirende Anhangsschläuche am Darm entspringen können, mündet am hinteren Körperende aus. Die Antennendrüse öffnet sich am Grundgliede der hinteren Antennen oft auf einem zapfenförmigen Vorsprung. Ueberall findet sich als Centralorgan des *Kreislaufes* ein Herz, welches, entweder röhrenartig verlängert, durch die Länge der Brust verläuft (*Amphipoda*) (Fig. 440), oder, nach dem Hinterleib gerückt, sackförmig verkürzt erscheint (*Isopoda*). Im ersteren Falle liegen die Kiemen als schlauchförmige Anhänge an den Brustfüssen, im letzteren sind sie dagegen die inneren Aeste der Pleopoden. Aus dem Herzen strömt das

Blut durch eine vordere und hintere Aorta, sowie meist auch durch seitliche Arterien aus. Die Gefässe führen das Blut in die Leibeshöhle, von wo es in regelmässigen Strömungen nach den seitlichen Spaltenpaaren des Herzens zurückkehrt.

Die Ringelkrebse sind getrennten Geschlechtes. Die Männchen unterscheiden sich häufig von den Weibchen durch Umformung bestimmter Gliedmassentheile zu Klammerorganen, durch eine ansehnlichere Entwicklung der Spürfäden an den vorderen Antennen, sowie durch die Lage der Geschlechtsöffnungen und die Begattungsorgane. Seltener kommt es zu einem ausgeprägten Dimorphismus (*Bopyrus*, *Praniza*). Die Geschlechtsorgane münden an der hinteren Partie der Brust oder an der Basis des Abdomens, und zwar die weiblichen überall am drittletzten, die männlichen am letzten Beinpaare der Brust oder zwischen dem ersten des Hinterleibes (*Isopoden*). Die Ovarien bilden zwei einfache oder verästelte Schläuche mit ebensoviel Oviducten. Aehnlich erscheinen die Hoden aus einem (*Amphipoden*) oder mehreren (3) Paaren von Schläuchen (*Isopoden*) zusammengesetzt, deren Samenleiter entweder getrennt bleiben oder sich zur Bildung eines Begattungsorganes vereinigen, zu welchem noch Anhänge von Gliedmassen als Hilfsorgane bei der Begattung hinzutreten können. Die reifen Eier werden von den Weibchen in der Regel in Bruträumen umhergetragen, zu deren Bildung sich lamellöse Anhänge der Brustfüsse zusammenlegen. Die Entwicklung erfolgt in der Regel ohne Metamorphose, indessen sind nicht selten Körperform und Gliedmassen jugendlicher Thiere abweichend gestaltet (*Phronima*), es können sogar die Körpersegmente und Gliedmassen nach der Geburt noch unvollzählig sein (*Isopoden*). Fossile Ringelkrebse finden sich im Oolith (*Archaeoniscus*). *Prosoponiscus* ist permisch, *Amphipeltis* devonisch.

1. Ordnung. **Amphipoda**[1]**, Flohkrebse.**

Ringelkrebse mit seitlich comprimirtem Leib, mit Kiemen an den Brustfüssen und mit langgestrecktem Abdomen. Die drei vorderen Segmente desselben tragen Schwimmfusspaare, die drei hinteren nach hinten gerichtete Springfüsse.

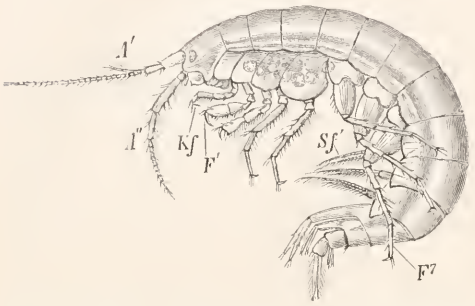
Die Amphipoden sind kleine, nur selten mehrere Zoll lange (*Lysianassa magellanica*) Ringelkrebse, welche sich im Wasser vorwiegend schwimmend und springend fortbewegen. Der bald kleine (*Crerettinen*, Fig. 439 *a*), bald umfangreiche und stark aufgetriebene (*Hyperinen*, Fig. 440) Kopf (Kopfbrust-

[1]) C. Spence Bate, Catalogue of the specimens of Amphipodous Crustacea in the collection of the British Museum. London, 1862. E. van Beneden et Em. Bessels, Mémoire sur la formation du Blastoderme chez les Amphipodes etc. Bruxelles, 1868. C. Claus, Der Organismus der Phronimiden. Arb. aus dem zool. Institute der Univ. Wien, Tom. II, 1879. O. Nebeski, Beiträge zur Kenntniss der Amphipoden der Adria. Arb. aus dem zool. Institute etc. Wien, Tom. III, 1881. Paul Mayer, Caprelliden. Leipzig, 1882. C. Claus, Die Platysceliden. Wien, 1887. Thomas R. R. Stebbing, Report of the Amphipoda collected by H. M. S. Challenger etc. 1888.

stück ist scharf abgesetzt und nur in der aberranten Gruppe der *Laemodipoden* mit dem ersten der sieben sonst freien Brustsegmente verschmolzen. (Fig. 441.)

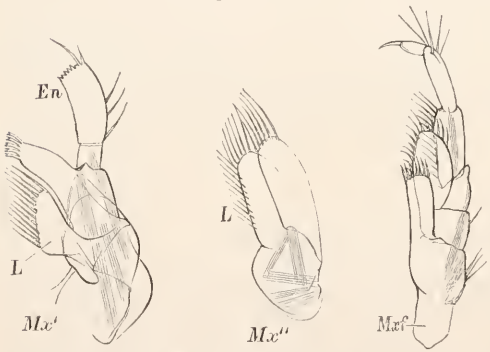
Beide Antennenpaare bestehen meist aus einem stämmigeren kürzeren Schaft und einer langen vielgliedrigen Geissel, die aber mehr oder minder verkümmern kann. Die vorderen, beim Männchen wohl durchweg längeren Fühler tragen nicht selten eine kurze Nebengeissel und bieten in ihrer besonderen Gestaltung zahlreiche Modificationen. Bei den *Hyperinen* sind sie im weiblichen Geschlechte sehr kurz, im männlichen dagegen von ansehnlicher Länge und dicht mit Spürhaaren besetzt. Die hinteren Antennen sind häufig länger als die vorderen, bei den männlichen *Typhiden* zickzackförmig zusammengelegt und bei den *Corophiiden* zu starken, beinähnlichen Extremitäten umgebildet. Dagegen können sie beim Weibchen bis auf das Grundglied rückgebildet sein (*Phronima*). (Fig. 440 *a*.)

Fig. 439 *a*.



Gammarus neglectus, nach G. O. Sars, mit Eiern zwischen den Brutblättern am Thorax. *A'*, *A''* die beiden Antennen, *Kf* Kieferfuss, F^1 bis F^7 die sieben Beinpaare der Brust, *Sf'* erster Schwimmfuss des Abdomens.

Fig. 439 *b*.



Mx' erste Maxille, *Mx''* zweite Maxille, *Mxf* Maxillarfuss von *Gammarus*.

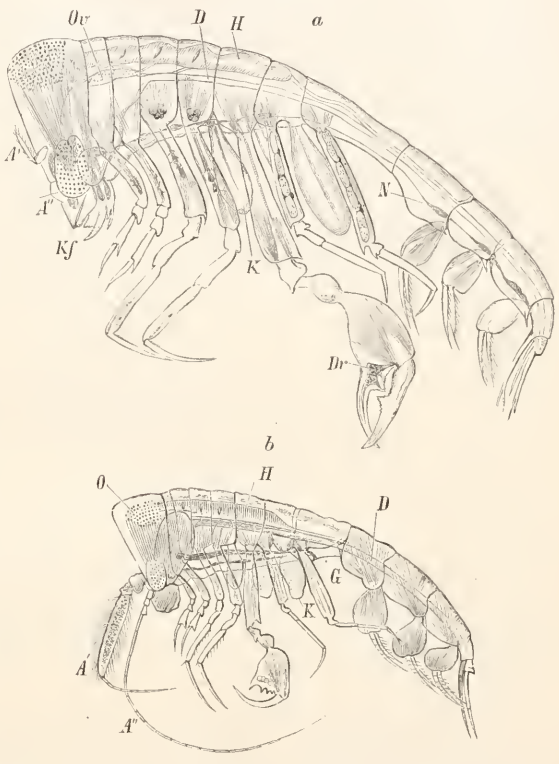
Die Mandibeln sind kräftige Kauplatten mit scharfem, gezahntem Kaurand und unterem Kaufortsatz, meist mit dreigliedrigem, zuweilen jedoch verkümmertem Taster. Ebenso tragen die vorderen zweilappigen Maxillen in der Regel einen kurzen zweigliedrigen Taster, während sich die Maxillen des zweiten Paares auf zwei ansehnliche, einer gemeinschaftlichen Basis aufsitzende Laden beschränken. Die Kieferfüsse verschmelzen zu einer Art Unterlippe, die entweder dreilappig ist (*Hyperinen*), oder auf gemeinsamem Basalabschnitt ein inneres und äusseres Ladenpaar trägt, von denen das letztere dem Grundgliede des ansehnlichen fünfgliedrigen, häufig beinförmigen Endopoditen zugehört (*Crevettinen* und *Laemodipoden*).

Als Kiemen fungiren zarthäutige Schläuche, welche, dem Coxalgliede der Brustbeine angeheftet, durch lebhafte Bewegungen der Schwimmfüsse des Abdomens beständig neues Wasser zugeführt erhalten. Im weiblichen Geschlechte finden sich neben den Kiemen noch Epipodialanhänge als lamellöse Platten, welche sich unter der Brust zur Bildung der Bruttasche zusammenlegen.

Die Männchen unterscheiden sich von den Weibchen nicht nur durch den Mangel dieser Brutblätter, sondern meist durch stärkere Ausbildung der Greif- und Klammerhaken an den vorderen Brustfüssen, sowie durch abweichende Antennenbildung. (Fig. 440 *b*.)

Die in die Bruttasche gelangten Eier entwickeln sich unter dem Schutze des mütterlichen Körpers. Bald erleidet der Dotter (*G. locusta* und andere marine Arten) eine totale Furchung, bald (*G. pulex*) sondert sich nach vorausgegangener superficialer Furchung eine peripherische Zellenlage, von welcher unterhalb der Eihaut eine cuticulare Blastodermhaut abgeschieden wird. Es bildet sich sodann ein bauchständiger Primitivstreifen und an der Rückenseite unterhalb einer irrthümlich als Mikropyle aufgefassten Differenzirung ein eigenthümliches kugelförmiges Organ, die Anlage der auf das Embryonalleben beschränkten Nackendrüse. Die Gliedmassenpaare sprossen an dem nach der Bauchseite umgeschlagenen Embryonalleib in der Richtung von vorne nach hinten hervor. Die aus den Eihüllen ausschlüpfenden Jungen besitzen in der Regel bereits sämmtliche Gliedmassenpaare und im Wesentlichen die Gestaltung des ausgebildeten Thieres, während die Gliederzahl der Antennen und die besondere Form der Beinpaare noch Abweichungen bietet. Nur bei den *Hyperinen* können die Abdominalfüsse noch fehlen und die Abweichungen des jugendlichen Leibes so bedeutend sein, dass man denselben eine Metamorphose zuschreibt.

Fig. 440.



Phronima sedentaria. *a* Weibchen. *b* Männchen. *O* Auge, *A'*, *A''* die beiden Antennenpaare, *Kf* Kiefer, *D* Darm, *H* Herz mit Aorta, *K* Kiemen, *N* Nervensystem, *Dr* Drüsen in der Greifzange des fünften Beinpaares, *Ov* Ovarium, *G* Geschlechtsöffnung.

Die Amphipoden leben grossentheils frei im süssen und salzigen Wasser (von Bedeutung ist das Vorkommen arktischer Arten in den Seen Schwedens und Norwegens), einige indessen sind Röhrenbewohner (*Cerapus*), andere halten sich in Gängen zernagten Holzes (*Chelura*) auf. Von besonderem Interesse ist die bedeutende Grösse der Tiefseebewohner, welche, wie ein der Gattung *Iphi-*

media nahestehender Gammaride und *Cystosoma Neptuni* (Hyperide), einige Zoll lang werden. Die *Hyperinen* halten sich vornehmlich an glashellen Seethieren, insbesondere Quallen auf und können, wie die weibliche *Phronima sedentaria*, mit ihrer gesammten Brut in glashellen Tönnchen, ausgefressenen Pyrosomen und Diphyiden, Wohnung nehmen. Die *Cyamiden* unter den Laemodipoden sind Parasiten an der Haut von Walfischen.

1. Unterordnung. *Laemodipoda*, *Kehlfüssler*. Amphipoden, mit kehlständigem vorderen Beinpaar und stummelförmigem Abdomen.

Das erste der sieben Thoracalsegmente ist mit dem Kopfe mehr oder minder innig verschmolzen und das demselben zugehörige Beinpaar an die Kehle gerückt. (Fig. 441.) Die Kieferfüsse sind zu einer viertheiligen Unterlippe mit langen Endopoditen umgebildet. Die Kiemenschläuche bleiben meist auf das dritte und vierte Brustsegment reducirt, dessen Beine oft verkümmern oder bis auf das stummelförmige, nicht abgesetzte Basalglied ausfallen. Die Beine enden mit Klammerhaken. Beim Männchen ist die Greifhand am Beinpaare des ersten freien Brustsegmentes viel stärker als beim Weibchen. Das Abdomen ist klein, zu einem kurzen, gliedmassenlosen Höcker verkümmert.

Fig. 441.

Männchen von *Caprella aequilibra*, nach P. Mayer.

Caprella linearis L. Körper linear gestreckt. Leben an Hydroiden und Bryozoenstöckchen, von denen sie sich ernähren. *C. aequilibra* Sp. B., Mittelmeer. (Fig. 441.) *Cyamus ceti* L. Körper breit und flach mit ganz rudimentärem Abdomen. Leben parasitisch an der Haut der Cetaceen.

2. Unterordnung. *Crevettina*. Amphipoden mit kleinem Kopf, wenig umfangreichen Augen und vielgliedrigen beinförmigen Kieferfüssen.

Beide Antennenpaare sind lang und vielgliedrig, beim Männchen umfangreicher als im weiblichen Geschlechte. Gewöhnlich sind wie bei *Gammarus* die oberen oder vorderen Antennen die längeren und tragen auf dem mehrgliedrigen Schaft neben der Hauptgeissel eine kleine Nebengeissel. (Fig. 439 *a*.) Indessen kann auch der umgekehrte Fall eintreten, wie bei *Corophium*, deren hintere Antennen beinartig verlängert sind. Die Kieferfüsse sind überall an ihrer Basis verwachsen und bilden eine grosse Unterlippe meist mit vier Laden und zwei beinähnliche Endopoditen. Die Coxalglieder der Brustbeine gestalten sich zu breiten umfangreichen *Epimeralplatten*. Das Abdomen ist stets vollzählig gegliedert. Die drei hinteren Fusspaare desselben (*Uropoden*) sind wohl entwickelt und oft griffelförmig verlängert. Sind in erstaunlichem Formenreichthum vornehmlich in den kälteren Meeren verbreitet.

Fam. *Corophiidae*. Körper seitlich nicht comprimirt. Untere Antennen mehr oder minder beinförmig gestaltet. Coxalglieder der Beine häufig sehr klein. Bewegen sich mehr schreitend. *Corophium longicorne* Fabr., Küsten der Nordsee, gräbt sich Gänge im Schlamm. *Cerapus tubularis* Say, lebt in Röhren. *Podocerus variegatus* Leach., Küste von England. Hier schliesst sich *Chelura terebrans* Phil. an. Zernagt mit *Limnoria lignorum* Bretter und Pfahlwerk in der See. Nordsee und Mittelmeer.

Fam. *Orchestiidae*. Vordere Antennen meist kurz, stets ohne Nebenast. Hinteres Uropodenpaar einästig und kürzer als die vorausgehenden Paare. Leben am Strande, besonders am sandigen Meeresufer und bewegen sich springend. *Talitrus saltator* Mont. = *T. locusta* Latr. Am sandigen Meeresufer Europas. *Orchestia littorea* Mont., Nordsee.

Fam. *Gammaridae*. Vordere Antenne oft mit Nebenast, stets länger als der Schaft der hinteren. Die Coxalplatten der vier vorderen Beinpaare stark verbreitert. Bewegen sich mehr schwimmend als springend. *Gammarus pulex* L., *G. fluviatilis* Rös., Süsswasserformen. *G. marinus* Leach. Bei dem blinden *Niphargus* Schiödte fehlen die Krystallkegel und das Augenpigment. *N. puteanus* Koch., in tiefen Brunnen und Seen (Genfer See). *Lysianassa Costae* Edw., Mittelmeer. *L. atlantica* Edw., *L. magellanica* Lillj.

3. Unterordnung. *Hyperina*. Amphipoden mit grossem, stark aufgetriebenem Kopf, umfangreichen, meist in Scheitel- und Wangenauge getheilten Augen, mit rudimentärem, als Unterlippe fungirendem Kieferfusspaar.

Die Antennen sind bald kurz und stummelförmig, bald von ansehnlicher Grösse und beim Männchen in eine vielgliedrige Geissel verlängert (*Hyperiden*). Die hinteren Antennen können im weiblichen Geschlechte bis auf das den Drüsenschlauch umschliessende Basalglied ganz wegfallen (*Phronima*) (Fig. 440), beim Männchen dagegen zickzackförmig nach Art eines Meterstabes zusammengelegt sein (*Platyscelidae*). Ein paariges Gehörbläschen kann oberhalb des Gehirnes auftreten (*Oxycephalus*). Die Kieferfüsse bilden unter Reduction der Endopoditen eine kleine zwei- oder dreilappige Unterlippe. Die Beinpaare enden theilweise mit kräftiger Greifhand oder Scheere. Caudalgriffel bald lamellös und flossenartig, bald stielförmig. Die Entwicklung erfolgt mittelst Metamorphose. Leben vornehmlich an Quallen und schwimmen sehr behend.

Fam. *Hyperidae*. Kopf kugelig, fast ganz von den Augen erfüllt. Beide Antennenpaare freiliegend, mit mehrgliedrigem Schaft, beim Männchen mit langer Geissel. Mandibel mit dreigliedrigem Taster. Fünftes Fusspaar dem sechsten und siebenten meist gleichgebildet, mit klauenförmigem Endglied. *Hyperia* (*Lestrigonus* Edw.) *medusarum* O. Fr. Müll. (*H. galba* Mont. = *H. Latreilli* Edw.), mit *Lestrigonus exulans* Kr. als Männchen, Nordmeere, Adria und Mittelmeer.

Fam. *Phronimidae*. Kopf gross, mit prominirender Schnauze und grossem getheilten Auge. Vordere Antennen im weiblichen Geschlecht kurz, nur zwei oder dreigliedrig, beim Männchen mit langer vielgliedriger Geissel und dicht mit Riechhaaren besetztem Schaft. Die Thoracalbeine theilweise mit kräftigen Greifwaffen. *Phrosina nicaeensis* Edw., *Phronima sedentaria* Forsk. Das Weibchen lebt mit seiner Brut in glashellen Tönnchen, ausgefressenen Pyrosomen und Diphyiden, Mittelmeer. (Fig. 440.)

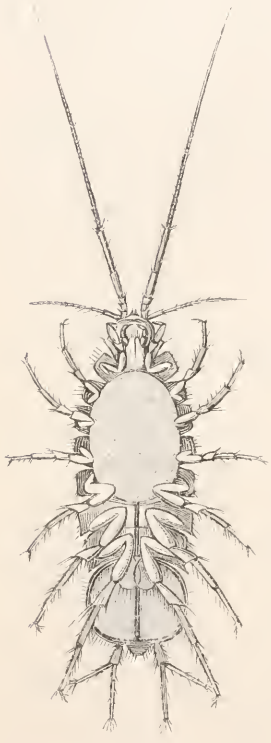
Fam. *Platyscelidae*. Beide Antennenpaare unter dem Kopfe verborgen, die vorderen klein, im männlichen Geschlechte mit stark aufgetriebenem buschigen Schaft und kurzer schmächtiger, wenniggliedriger Geissel. Die hinteren Antennen beim Männchen sehr lang, zickzackförmig drei bis viermal zusammengelegt, beim Weibchen kurz und gerade gestreckt, zuweilen ganz reducirt. Basalglieder des fünften und sechsten Beinpaares meist zu grossen

Deckplatten der Brust verbreitert. Siebentes Beinpaar meist rudimentär. *Eutyphis* (*Typhis* Risso) *ovoides* Risso (*Platyscelus serratus* Sp. Bate), Mittelmeer. *Oxycephalus piscator* Edw., Indischer Ocean.

2. Ordnung. **Isopoda** [1]), **Asseln.**

Ringelkrebse von vorherrschend breiter, bald abgeflachter, bald mehr oder minder gewölbter Körperform, mit sieben freien Brustringen und als Kiemen fungirenden inneren Fussästen des kurzgeringelten, oft reducirten Abdomens.

Fig. 442.



Asellus aquaticus nach G. O. Sars. Weibchen mit Brutsack, von der Bauchseite.

Der Bau des abgeflachten, von harter, in der Regel incrustirter Haut bedeckten Körpers zeigt eine grosse Uebereinstimmung mit dem der Amphipoden, welchen die in mehrfacher Hinsicht divergirenden Scheerenasseln am nächsten stehen. Indessen ist das Abdomen meist stark verkürzt und aus sechs kurzen, oft mit einander verschmolzenen Segmenten zusammengesetzt, welche mit einer umfangreichen schildförmigen Schwanzplatte abschliessen. Die Beine desselben sind nur ausnahmsweise Schwimmfüsse (Scheerenasseln), in der Regel zu Kiemenlamellen und Deckplatten dieser geworden. Das sechste Pleopodenpaar kann flossenförmig oder griffelähnlich gestaltet sein.

Die vorderen Fühler bleiben, von wenigen Ausnahmen abgesehen, kürzer als die hinteren und äusseren Antennen, seltener (Landasseln) verkümmern sie so sehr, dass sie unter dem Kopfschilde verborgen bleiben. Nur ausnahmsweise (*Apseudes*) tragen sie zwei Geisseln. Wie bei den Amphipoden treten auch an den Fühlern der Asseln blasse Fiederborsten und Spürzapfen auf. Auch können kleine Säckchen als Reste der Antennendrüse im Basalgliede vorhanden sein. Mächtiger ist die in der Maxillarregion ausgebreitete Schalendrüse entwickelt.

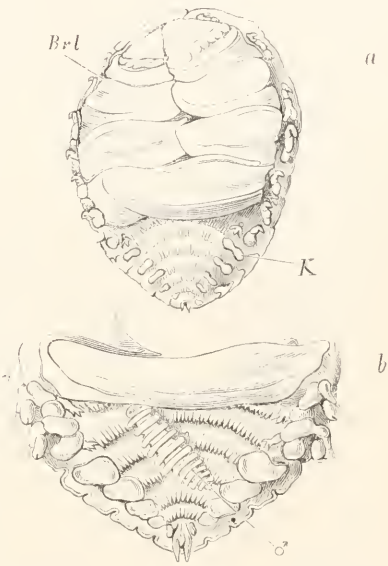
Von den Mundwerkzeugen, die bei einigen parasitischen Asseln zum Stechen und Saugen umge-

[1]) H. Rathke, Untersuchungen über die Bildung und Enwicklung der Wasserassel. Leipzig, 1832. Lereboullet, Sur les crustacés de la famille des Cloportides etc. Mém. du Musée d'hist. nat. de Strasbourg, Tom. IV, 1850. Cornalia et Panceri, Osservazione zool. anat. sopra un nuovo genere de Crustacei Isopodi sedentarii. Torino, 1858. A. Dohrn, Die Embryonalentwicklung des Asellus aquaticus. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XVII, 1867. N. Bobretzky, Zur Embryologie des Oniscus murarius. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XXIV, 1874. R. Walz, Ueber die Familie der Bopyriden etc. Arb. aus dem zool. Institute etc. Wien, Tom. IV, 1882. A. Giard et J. Bonnier. Contributions à l'étude des Bopyriens. Trav. de l'Inst. zool. de Lille, Tom. V, 1887.

staltet sind, tragen die Mandibeln, mit Ausnahme jener der *Bopyriden* und Landasseln, oft einen dreigliedrigen Taster. Dagegen entbehren die beiden meist zwei- oder dreilappigen Maxillenpaare, mit Ausnahme der *Tanaiden*, der Tasteranhänge. Ueberaus verschieden verhalten sich die eine Art Unterlippe darstellenden Maxillarfüsse, da Ladentheile und Endopoditen in ihrem gegenseitigen Verhältnisse mannigfache Formvariationen gestatten.

In der Regel sind die sieben Beinpaare der Brust Schreit- oder Klammerfüsse und tragen theilweise beim Weibchen zarthäutige Platten zur Bildung einer Bruttasche. (Fig. 442.) Das vordere derselben tritt mit seinem Segmente in einzelnen Fällen mit dem Kopfe in Verbindung, so dass ein kleiner Cephalothorax entsteht, der selbst von einer Hautduplicatur überwölbt sein kann (*Tanaiden*). Die Anlage dieser Duplicatur ist auch an den Embryonen der Wasserasseln in Form gelappter Anhänge erhalten, wird aber hier rückgebildet, während sie bei den Scheerenasseln die Entstehung eines Kopfbrustschildes mit Athemhöhle und schwingendem Kiemenanhang veranlasst.

Fig. 443.



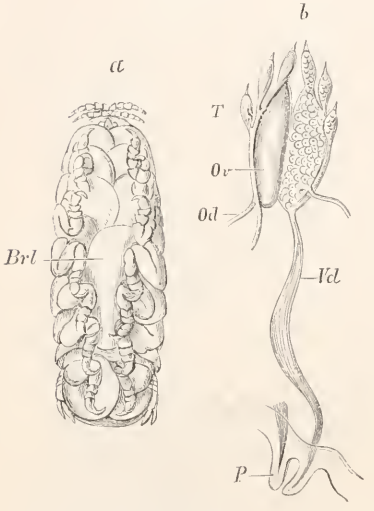
Gyge branchialis, nach Cornalia und Panceri. *a* Weibchen von der Bauchseite. *Brl* Brutlamellen, *K* Kiemen. — *b* Hinterleib desselben, stärker vergrössert, mit ansitzendem Männchen.

Niemals finden sich an den Brustfüssen Kiemen, welche durch die zarthäutigen inneren Pleopodenäste hergestellt werden. Häufig ist das vordere Pleopodenpaar zu einem grossen, die folgenden Paare überlagernden Deckel umgestaltet. Bei gewissen Landasseln (*Porcellio* und *Armadillo*) sind die Deckplatten der beiden vorderen Paare von einem System luftführender Räume erfüllt, welche die Respiration zu unterstützen scheinen. Im Gegensatze zu den Amphipoden liegt das Herz, in den hinteren Brustsegmenten oder im Abdomen, nur bei den Scheerenasseln (*Tanaiden*) liegt dasselbe in den Brustsegmenten.

Die Geschlechtsorgane sind (mit Ausnahme der *Cymothoideen*) auf verschiedene Individuen vertheilt und entsprechen nach Lage und Gliederung ihrer Abschnitte im Allgemeinen denen der Amphipoden. Beiderlei Geschlechtsthiere unterscheiden sich auch durch äussere Sexualcharaktere, welche in einzelnen Fällen (*Bopyriden*) zu einem höchst ausgeprägten Dimorphismus führen. (Fig. 443 *a*, *b*.) Beim Männchen vereinigen sich jederseits drei Hodenschläuche zu einem aufgetriebenen Samenbehälter, aus welchem die Samenleiter hervorgehen. Dieselben verlaufen entweder in ihrer ganzen Länge gesondert und treten am Ende des letzten Thoracalsegmentes je in einen cylindrischen Anhang ein (*Asellus*), oder sie vereinigen sich in einer gemeinsamen

medianen Penisröhre, welche an der Basis des Abdomens liegt (*Oniscoiden*). Als accessorische Copulationsorgane hat man ein Paar stiletförmiger oder complicirter gestalteter, hakentragender Anhänge der vorderen Abdominalfüsse aufzufassen, zu welchen noch an der Innenseite des zweiten Fusspaares ein Paar nach Aussen gewendeter Chitinstäbe hinzutreten kann (*Oniscoiden*). Die *Cymothoideen* sind Hermaphroditen [1]) (secundärer Hermaphroditismus), jedoch mit zeitlicher Trennung der männlichen und weiblichen Geschlechtsreife. Im jugendlichen Alter sind dieselben begattungsfähige Männchen mit drei Paaren von Hodenschläuchen, zwei Ovarialanlagen an der Innenseite derselben und einem paarigen Copulationsorgan, in welchem die beiden Samenleiter ausmünden. (Fig. 444.) Nach einer späteren Häutung, nachdem sich allmälig die weiblichen Drüsen auf Kosten der mehr und mehr zurückgedrängten männlichen entwickelt haben, werden die inzwischen angelegten Brutlamellen an den Brustbeinen frei und die Begattungsglieder abgeworfen. Von nun an fungirt das Thier nur als Weibchen.

Fig. 444.



a Weibchen von *Cymothoa Banksi*, nach M. Edwards. *Brl* Brutlamellen. — *b* Geschlechtsorgane einer 13 Mm. langen *Cymothoa oestroides*, nach P. Mayer. *T* Die drei Hoden, *Ov* Ovarium, *Od* Oviduct, *Vd* Vas deferens, *P* Penis.

Die Embryonalentwicklung beginnt nach dem Eintritt der Eier in den Brutraum und wird durch eine Dotterklüftung eingeleitet, von der die centrale Dottermasse (Nahrungsdotter) vorerst ausgeschlossen bleibt. Bald bildet das Blastoderm eine peripherische Schichte von Zellen und erzeugt durch raschere Zellwucherung den bauchständigen Keimstreifen, an dessen Vorderende sich die Kopflappen abgrenzen. Als höckerförmige Erhebungen entstehen bei *Asellus* zunächst zwei blattförmige dreilappige Anhänge, welche als Rudimente einer Schalenduplicatur gedeutet worden sind. Von den Gliedmassen bilden sich zuerst die beiden Antennenpaare, nach deren Entstehung eine neue Cuticula, die dem Naupliusstadium entsprechende Larvenhaut, zur Sonderung kommt (wie auch bei *Ligia* nach Fr. Müller). Während sich nun die Reihe der nachfolgenden Gliedmassen anlegt, zeigt sich der Schwanztheil des Embryo aufwärts nach den Rücken zu umgeschlagen. Von den Embryonalhüllen geht zuerst das Chorion, dann die Cuticula des Blastoderms zu Grunde und zuletzt, wenn der Embryo ausgebildet ist, die Nauplioshaut.

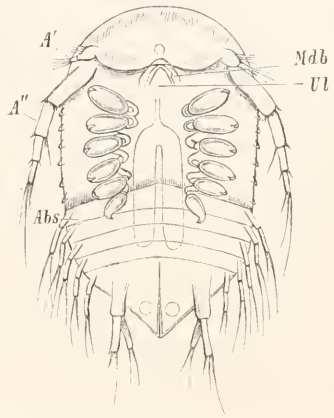
[1]) J. Bullar, The generative organs of the Parasitic Isopoda. Journ. Anat. Physiol., 1876 P. Mayer, Ueber den Hermaphroditismus einiger Isopoden. Mittheil. aus der zool. Station Neapel, 1879.

Die im Brutraume freigewordenen Jungen (Fig. 445) entbehren noch des letzten Brustbeinpaares, bei den Scheerenasseln auch der Füsse des Abdomens und erfahren bis zum Eintritt der Geschlechtsreife auch in der Gestaltung der Gliedmassen nicht unerhebliche Veränderungen. Man kann daher den Asseln eine Metamorphose zuschreiben, die bei *Tanais*, *Praniza* (*Anceus*) und den *Bopyriden* am vollkommensten ist.

Die Asseln leben theils im Meere, theils im süssen Wasser, theils auf dem Lande (*Onisciden*) und ernähren sich von thierischen Stoffen. Viele sind jedoch Schmarotzer (seltener vollständige Entoparasiten, *Entoniscus*), vornehmlich an der Haut, in der Mund- und Kiemenhöhle von Fischen (*Cymothoideen*) oder in dem Kiemenraum von Garneelen (*Bopyriden*).

1. Unterordnung. *Euisopoda*. Körper mit sieben freien Brustsegmenten und ebensoviel Beinpaaren. Abdomen verhältnissmässig kurz und breit, mit zu Kiemenlamellen umgebildeten Abdominalfüssen.

Fig. 445.



Larve von *Bopyrus virbii*, mit sechs Brustbeinpaaren, nach R. Walz. *A'*, *A''* Antennen, *Mdb* Mandibel, *Ul* Unterlippe, *Abs* erstes Abdominalsegment.

Fam. *Cymothoidae*. Mit kauenden oder saugenden Mundwerkzeugen, breitem, kurz gegliedertem Abdomen und schildförmig entwickelter Schwanzplatte. Die letzten Kieferfüsse deckelförmig. Leben theils parasitisch an Fischen, theils frei umherschweifend. (Fig. 444.) *Cymothoa oestrum* Leach., *C. oestroides* Risso, Mittelmeer. *Anilocra mediterranea* Leach., *Aega bicarinata* Leach., *Serolis paradoxa*. Fabr.

Fam. *Sphaeromidae*. Freilebende Asseln mit breitem Kopf und verkürztem, stark convexem Körper, der zuweilen nach der Bauchseite eingerollt werden kann. *Sphaeroma fossarum* Mont., in den Pontinischen Sümpfen, der *S. granulatum* des Mittelmeeres nahe verwandt. *S. serratum* Fabr., Ocean und Mittelmeer, auch Brackwasserform.

Fam. *Pranizidae*, Anceidae[1]). Mit nur fünf freien Brustringen und ebensoviel Brustbeinen. Ausser den Kieferfüssen sind die vorderen zwei Paare von Brustgliedmassen mit dem Kopfbruststück vereint. *Anceus maxillaris* Mont. (*Praniza coeruleata* Desm.), Nord- und Westküste Europas.

Fam. *Idoteidae*. Freilebende Asseln mit langgestrecktem Körper, kauenden Mundwerkzeugen und langem, aus mehreren Segmenten verschmolzenem Caudalschild. Das letzte Fusspaar des Hinterleibes in einen flügelförmigen Deckel zum Schutze der vorausgehenden Kiemenfüsse umgebildet. *Idotea entomon* L., Eismeer.

Fam. *Asellidae*. Von ziemlich flacher Körperform. Letztes Pleopodenpaar nicht deckelförmig, sondern griffelförmig. *Jaera albifrons* Mont., britische Meere. *Asellus aquaticus* L., Süsswasserform. (Fig. 442.) *A. cavaticus* Schiödte, Grottenassel. Aus tiefen Brunnen. *Limnoria terebrans* Leach. (*L. lignorum*), zernagt Holz und Pfahlwerk im Meere.

---

[1]) Vergl. Spence Bate, On Praniza and Anceus etc. Ann. of nat., hist., Ser. 3, Vol. II, 1858. Hesse, Mémoire sur les Pranizes et les Ancées. Ann. des scienc. nat., Ser. 4, Tom. IX, 1864. A. Dohrn, Entwicklung und Organisation von Praniza maxillaris. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XX, 1870.

Fam. *Bopyridae*. Schmarotzer in der Kiemenhöhle von Garneelen. Körper des Weibchens scheibenförmig, unsymmetrisch, ohne Augen. Männchen sehr klein, gestreckt, mit deutlich gesonderten Leibesringen und Augen. *Bopyrus squillarum* Latr., auf Palaemon squilla. *Gyge* Corn. Panc. auf Gebia. (Fig. 443.)

Hier schliessen sich die *Entoniscidae*, Binnenasseln, an, welche im Leibesraume anderer Crustaceen (Cirripedien, Paguriden, Krabben) schmarotzen. *Cryptoniscus planarioides* Fr. Müll., an Sacculina purpurea eines Pagurus, Brasilien. *C. pygmaeus* Rathke, auf Peltogaster. *Entoniscus Porcellanae* Fr. Müll., lebt zwischen Darm und Herz einer Porcellanaart Brasiliens.

Fam. *Oniscidae*. Landasseln. Nur die Innenlamellen der Afterfüsse zarthäutige Kiemen, die äusseren zu festen Deckplatten umgebildet, die beiden vorderen zuweilen mit Lufträumen. Mandibeln tasterlos. Leben vornehmlich an feuchten Orten auf dem Lande. *Ligia oceanica* L. Auf Felsen und Steinen an der Meeresküste. *Oniscus murarius* Cuv., Mauerassel. *Porcellio scaber* Leach., Kellerassel. *Armadillo vulgaris* Latr., *A. officinarum* Brdt.

2. Unterordnung. *Anisopoda* [1]). Körper mehr oder minder Amphipodenähnlich mit sechs freien Brustsegmenten, indem ausser dem Segmente des Kieferfusses auch das nachfolgende freie Brustsegment mit seinem mächtigen Scheerenfuss in die Bildung des Cephalothorax eingegangen ist. Durch eine Integumentduplicatur des Kopfes, welche rechts und links das mit demselben verschmolzene Brustsegment überwachsen hat, ist ein kleiner Cephalothoracalschild mit Athemhöhle gebildet, in welcher der Epipodialanhang des Kieferfusses als schwingende Kiemenplatte fungirt. Sowohl der Scheerenfuss als der nachfolgende Brustfuss tragen bei *Apseudes* einen kleinen Nebenast, einen geisselartig schwingenden Exopoditen. Das Herz erstreckt sich wie bei den Amphipoden durch den Thorax. Abdomen mit zweiästigen Schwimmfüssen.

Fam. *Tanaidae*, Scheerenasseln. *Tanais dubius* Kr., Brasilien. Nach Fr. Müller mit zweierlei Männchen (Riecher und Packer). *T. gracilis* Kr., Spitzbergen. *Apseudes* Leach. Mit Rudimenten eines Exopoditen an den vorderen zwei Brustfüssen. *A. Latreillii* M. Edw.

3. Thoracostraca [2]), Schalenkrebse.

Malacostraken mit zusammengesetzten, meist auf beweglichen Stielen sitzenden Augen, mit einem Rückenschild, welches alle oder wenigstens die vorderen Brustsegmente mit dem Kopfe verbindet.

[1]) Fr. Müller, Ueber den Bau der Scheerenasseln. Archiv für Naturgeschichte, Tom. XXX, 1864. C. Claus, Ueber Apseudes Latreillii Edw. I. und II. Arbeiten des zool. Institutes Wien, Tom. V, 1884, Tom. VII, 1888.

[2]) Ausser den grösseren Werken von Herbst, M. Edwards, Dana und den Aufsätzen von Duvernoy, Audouin und M. Edwards, Joly, Couch u. A. vergl. Leach, Malacostraca podophthalma Britanniae. London, 1817—1821. V. Thompson, On the metamorphosis of Decapodous Crustacea. Zool. Journ., Vol. II, 1831, sowie Isis 1834, 1836, 1838. H. Rathke, Untersuchungen über die Bildung und Entwicklung des Flusskrebses. Leipzig, 1829. Th. Bell, A history of the British stalk eyed Crustacea. London, 1853. Lereboullet, Recherches d'embryologie comparée sur le développement du Brochet, de la Perche et de l'Ecrevisse. Paris, 1862. V. Hensen, Studien über das Gehörorgan der Decapoden. Leipzig, 1863. C. Claus, Crustaceensystem l. c. 1876.

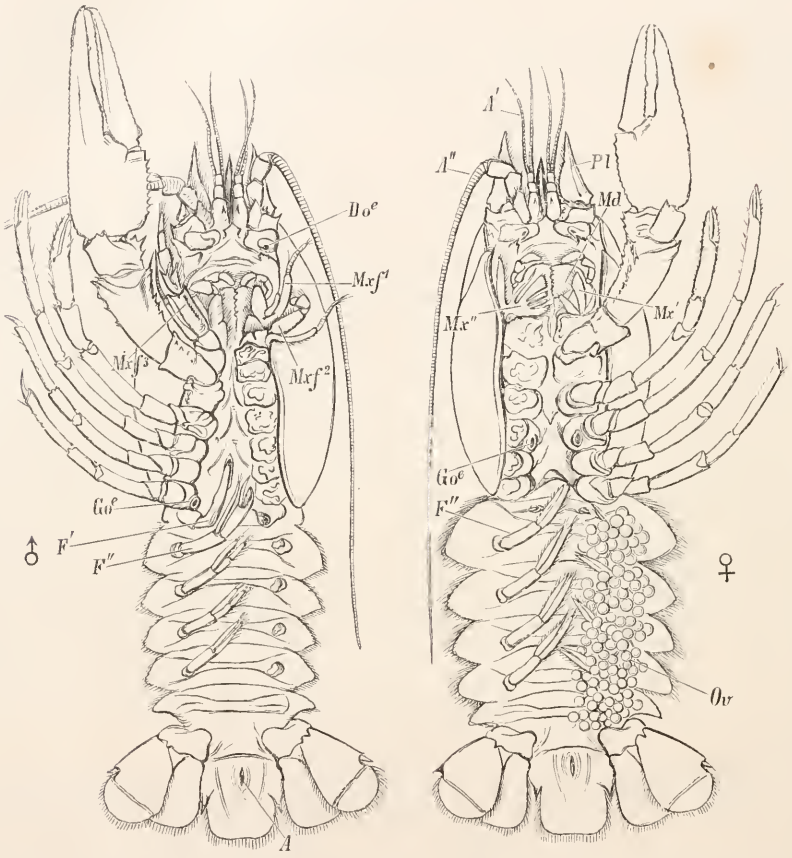
Auch die Schalenkrebse besitzen einen aus 13 Segmenten zusammengesetzten Vorderleib und ein Abdomen, an dessen Bildung sich sechs Segmente nebst der Schwanzplatte (Telson) betheiligen, indessen erscheint der Körperbau gedrungener, zu einer vollkommeneren Locomotion und höheren Lebensstufe befähigt. Die mittlere Leibesgegend wird von einem Rückenschilde bedeckt, welches eine festere und innigere Verschmelzung von Kopf und Brust herstellt. Allerdings machen sich in der Ausbildung dieses Schildes, welches auch unter den Isopoden bei den *Tanaiden* nachweisbar ist, verschiedene Abstufungen geltend. Auf der höchsten Stufe bildet dasselbe unmittelbar das Rückenintegument der vorderen oder fast sämmtlicher Brustringe und erscheint nur in seinen seitlichen, nach der Bauchseite gebogenen Flügeln als freie Duplicatur.

Rücksichtlich der Gliedmassen, von denen 13 Paare dem Vorderleibe und 6 dem Hinterleibe angehören, treffen wir eine von den Arthrostraken abweichende, aber selbst wieder in den einzelnen Gruppen wechselnde Verwendung. Auch werden die Facettenaugen meist von zwei beweglich abgesetzten Stielen getragen, welche man lange Zeit als das vorderste Gliedmassenpaar zu deuten berechtigt zu sein glaubte, während sie in Wahrheit abgegliederten Seitenstücken des Kopfes entsprechen. Die beiden Antennenpaare gehören dem Vorderkopfe an; das vordere Paar trägt auf einem gemeinsamen Schafte in der Regel zwei oder drei *Geisseln*, wie man die secundären, als geringelte Fäden sich darstellenden Gliederreihen bezeichnet, und ist vorzugsweise Sinnesorgan. In seiner Basis liegen bei den Decapoden die *Gehörblasen*, an der inneren Geissel sind die zarten Haare angebracht, welche mit Nerven im Zusammenhange stehen und als *Geruchsorgane* gedeutet werden. Die zweiten Antennen heften sich ausserhalb und in der Regel etwas unter den vorderen an, tragen eine lange Geissel und bei den langschwänzigen Decapoden meist eine mehr oder minder umfangreiche Schuppe. Auf einem kurzen röhrenförmigen Fortsatz ihres Basalgliedes mündet die Antennendrüse aus. (Fig. 446.)

Als Mundwerkzeuge fungiren die nachfolgenden drei Gliedmassenpaare, zu den Seiten der Oberlippe die kräftigen, Taster tragenden Mandibeln und weiter abwärts die beiden mehrfach gelappten Maxillenpaare, vor denen unterhalb der Mundöffnung die kleine zweilappige Unterlippe (*Paragnathen*) liegt. Die nachfolgenden acht Gliedmassenpaare zeigen in den einzelnen Gruppen eine sehr verschiedene Form und Verwendung. In der Regel rücken die vorderen Paare, zu Hilfsorganen der Nahrungsaufnahme umgebildet, als Beikiefer oder Kieferfüsse näher zur Mundöffnung hinauf und nehmen auch ihrem Baue nach eine vermittelnde Stellung zwischen Kiefern und Füssen ein. Bei den *Decapoden* (Fig. 446) sind drei Paare von Gliedmassen Beikiefer, so dass fünf Paare von Beinen am Vorderleibe übrig bleiben, bei den *Stomatopoden* werden sogar die ersten fünf Gliedmassenpaare als Greif- und Kieferfüsse verwendet, und nur drei Paare von zweiästigen Schwimmbeinen entspringen an den drei hinteren freien Segmenten der Brust. (Fig. 402.) Die Beine der Brust sind

entweder noch theilweise Spaltfüsse (mit Schwimmfussast) oder haben den Nebenast abgeworfen und erscheinen dann als Gehfüsse (*Decapoden*). Alsdann enden dieselben mit einfachen Klauen, die vorderen häufig auch mit grossen Scheeren; indessen können ihre Endglieder auch breite Platten werden und die Gliedmassen zum Gebrauche als Schwimmfüsse befähigen. Von den sechs

Fig. 446.



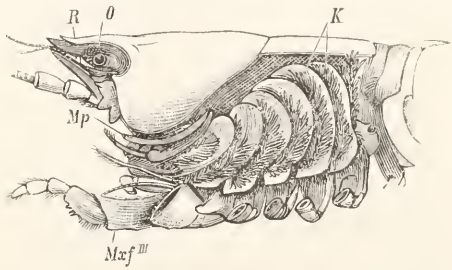
Männchen und Weibchen von *Astacus fluviatilis*, von der Bauchseite dargestellt. Beim Männchen sind Gehfüsse und Abdominalfüsse der linken Seite, beim Weibchen ausser den Gehfüssen der rechten Seite auch die Kieferfüsse beider Seiten entfernt. *A'* Innere Antenne, *A''* äussere Antenne, *Pl* Schuppe derselben, *Md* Mandibel mit Taster, *Mx'* erste Maxille, *Mx''* zweite Maxille, *Mxf*¹ bis *Mxf*³ die drei Kieferfüsse, *Goe* Geschlechtsöffnung, *Doe* Oeffnung der grünen Drüse, *F'*, *F''* erster und zweiter Abdominalfuss, *Ov* Eier, *A* After.

zweiästigen Beinpaaren des Hinterleibes verbreitert sich das letzte Paar in der Regel flossenartig und bildet mit dem Endstücke des Abdomens, welches zu einer ansehnlichen Platte (Telson) umgestaltet ist, die *Schwanzflosse* oder den *Fächer*. Dagegen sind die fünf vorausgehenden Fusspaare, welche als Afterfüsse den fünf vorderen Abdominalsegmenten angehören, theils Schwimmfüsse (*Stomatopoden*), theils dienen sie sämmtlich zum Tragen der Eiersäckchen,

oder die vorderen als Hilfsorgane der Begattung (Männchen), sie können aber auch mehr oder minder rudimentär werden und theilweise hinwegfallen.

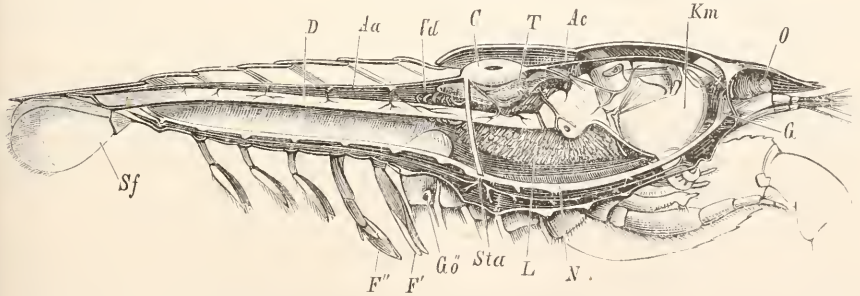
Mit seltenen Ausnahmen (*Mysideen*) besitzen die Schalenkrebse büschelförmige oder aus regelmässigen lanzettförmigen Fiederblättchen zusammengesetzte Kiemen, welche als Anhänge der Gliedmassen (*Podobranchien*) auftreten, beziehungsweise an den Seiten des Leibes (*Pleurobranchien*) aufsitzen. Die *Stomatopoden* tragen dieselben am Hinterleibe an den Afterfüssen, die *Cumaceen* entbehren derselben bis auf ein Kiemenpaar an dem ersten Maxillarfusse; bei den *Schizopoden* und *Decapoden* sitzen die Kiemen an den Kieferfüssen und Gehfüssen, sowie an der Seitenwand der Brustsegmente (Pleuren), und zwar bei den Decapoden durchweg in einem besonderen Kiemenraum unter den seitlichen Ausbreitungen des Panzers. (Fig. 447.) Auch die *Kreislaufsorgane* erlangen eine hohe Entwicklung, die höchste unter den Krebsen. Ueberall haben wir ein Herz und Gefässe. Bei den *Stomatopoden* ist dasselbe sehr lang, erstreckt sich als Rückengefäss durch Brust und Hinterleib, besitzt zahlreiche Spaltenpaare und lässt ausser einer vorderen und hinteren Aorta zahlreiche sich verzweigende Arterienstämme rechts und links austreten.

Fig. 447.



Cephalothorax von *Astacus fluviatilis*, nach Entfernung der Kiemendecke, nach Huxley. *K* Kiemen, *R* Rostrum, *O* Stielauge, *Mp* schwingender Plattenanhang der zweiten Maxille, *Mxf*III dritter Maxillarfuss.

Fig. 448.

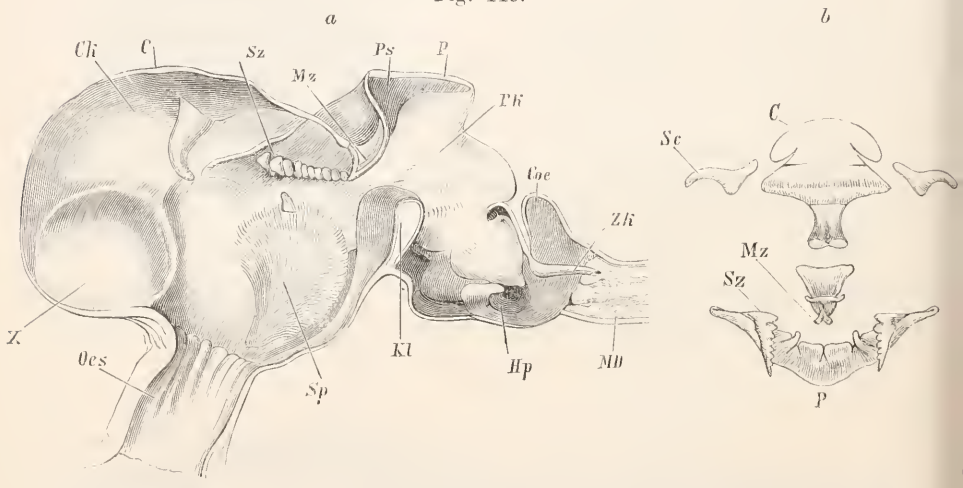


Längsschnitt durch *Astacus fluviatilis*, nach Huxley. *C* Herz, *Ac* Aorta cephalica, *Aa* Aorta abdominalis, an ihrem Ursprung tritt die Sternalarterie (*Sta*) aus, *Km* Kaumagen, *D* Darm, *L* Leber, *T* Hoden, *Vd* Vas deferens, *Gö* Geschlechtsöffnung, *F'*, *F''* die beiden ersten als Copulationsorgane umgewandelten Pleopoden, *G* Gehirn, *N* Ganglienkette, *O* Stielauge, *Sf* Seitenplatte des Schwanzfächers.

Das Herz der *Cumaceen*, *Schizopoden* und *Decapoden* besitzt eine schlauch- oder sackförmige Gestalt und liegt im hinteren Theile des Kopfbruststückes; bei den ausgebildeten *Decapoden* wird die Herzwand von zwei dorsalen und einem ventralen Ostienpaar durchbrochen. Eine vordere Kopfaorta versorgt das Gehirn und die Augen, zwei seitliche Arterienpaare entsenden ihre Zweige zu

den Antennen und in die Schale, ein ventrales Gefässpaar, die Leberarterie, versorgt Magen, Leber und Geschlechtsorgane, eine hintere abdominale Aorta gibt Aeste ab an die Muskeln des Schwanzes und in die Pleopoden. Vor derselben tritt eine absteigende Arterie aus, welche zur Sternalarterie wird, die Ganglien mit capillaren Schlingen versorgt und Aeste in Kieferfüsse und Gehfüsse entsendet. (Fig. 448.) Aus den nicht selten capillarenartigen Verzweigungen strömt das Blut in grössere oder kleinere bindegewebig begrenzte Canäle, die man als venöse Gefässe betrachten kann, und aus diesen in einen weiten, an der Kiemenbasis gelegenen Blutsinus. Von da aus durchsetzt dasselbe die Kiemen und tritt, arteriell geworden, in neue gefässartige Bahnen (Kiemenvenen mit arteriellem Blute), welche in einen das Herz umgebenden Behälter, den Pericardialsinus, führen, aus dem es in die mit Klappen versehenen Spaltöffnungen des Herzens einfliesst. (Fig. 69.)

Fig. 449.



a Längsdurchschnitt des Magens von *Astacus fluviatilis*, nach Huxley. *Oes* Oesophagus, *Ck* Cardiacalkammer, *Pk* Pyloricalkammer, *P* Pyloricalplatte, *Sc* seitliche Cardiacalplatte, *C* Cardiacalplatte, *X* sogenanntes Krebsauge, *Ps* Praepyloricalstück, *Mz* Mittelzahn, *Sz* Seitenzähne, *Sp* Seitenplatte mit dem unteren Seitenzahn, *Kl* Klappe zwischen beiden Kammern, *Coe* Coecum, *Hp* Einmündung des Hepatopankreas, *MD* Mitteldarm, *Zk* zangenförmige Klappe. *b* Die dorsalen Stücke der sogenannten Magenmühle.

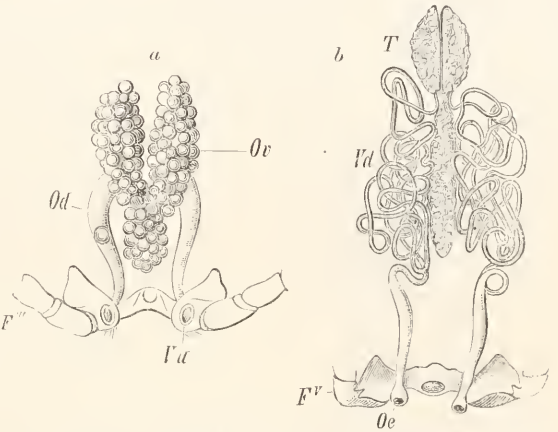
Der Verdauungscanal besteht aus einem kurzen Oesophagus, einem weiten sackförmigen Vormagen und einem langgestreckten Mitteldarm, der ventralwärts an der medianen Platte der Schwanzflosse ausmündet. (Fig. 448.) Der weite Vormagen, *Kaumagen*, ist meist durch ein festes Chitingerüst gestützt, an welchem sich mehrere nach innen vorragende Paare von Kauplatten (durch Verdickung der inneren Chitinhaut entstanden) befestigen. Bei den Decapoden können in der Haut des Kaumagens noch zwei runde Concremente von kohlensaurem Kalk, die sogenannten *Krebsaugen* (Flusskrebs), abgelagert werden. In den Anfangstheil des Mitteldarmes münden die Ausführungsgänge sehr umfangreicher, vielfach gelappter Leberschläuche ein. An der Basis der äusseren

Antenne findet sich die Antennendrüse (grüne Drüse beim Flusskrebs genannt), während eine Schalendrüse im Brustpanzer fehlt.

Das *Nervensystem* zeichnet sich durch die Grösse des weit nach vorne gerückten Gehirns aus, von welchem die Augen- und Antennennerven entspringen. Das durch sehr lange Commissuren mit dem oberen Schlundganglion (Gehirn) verbundene Bauchmark zeigt eine sehr verschiedene Concentration, welche bei den kurzschwänzigen Decapoden ihre höchste Stufe erreicht, indem alle Ganglien zu einem grossen Brustknoten verschmolzen sind. Ebenso ist das System der *Eingeweidenerven* sehr hoch entwickelt.

Von *Sinnesorganen* treten am meisten die grossen *Facettenaugen* hervor. Dieselben werden — mit Ausnahme der *Cumaceen*, mit sitzenden Augen — auf beweglichen Stielen getragen, *die morphologisch als die abgegliederten Seitentheile des Vorderkopfes aufzufassen sind.* Zwischen den gestielten Facettenaugen kommt im Larvenzustande ein medianes, dem unpaaren Entomostrakenauge gleichwerthiges dreitheiliges Auge vor, welches ausnahmsweise auch im ausgebildeten Thiere erhalten sein kann. Augenähnliche Gebilde, die man jetzt als Leuchtorgane erkannt hat, sind an den Seiten der Brustgliedmassen und zwischen den Afterfüssen bei *Euphausia* nachgewiesen worden. *Gehörorgane* fehlen bei den *Cumaceen* und *Stomatopoden*. Bei den *Decapoden* treten sie als otolithenhaltige Blasen im Basalgliede der inneren Antennen, bei vielen *Schizopoden* (*Mysis*) in den Lamellen des Fächers auf. Als *Geruchsorgane* sind die zarten Fäden und Haare an der Oberfläche der inneren Antennen, im männlichen Geschlechte zu viel grösserer Zahl vorhanden, zu deuten; als *Tastorgane* dienen die Antennen, die Taster der Kiefer und wohl auch die Kieferfüsse und Beine.

Fig. 450.



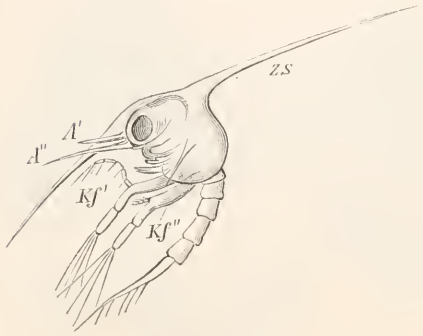
Geschlechtsorgane von *Astacus*, *a* weibliche, *b* männliche. *Ov* Ovarien, *Od* Oviduct, *Va* Vulva am Basalglied des dritten Beinpaares (F^{III}), *T* Hoden, *Vd* Vas deferens, *Oe* Geschlechtsöffnung am Basalglied des fünften Beinpaares (F^{V}).

Die *Geschlechtsorgane* liegen paarig in der Brust oder wohl auch im Abdomen (*Stomatopoden*) und werden in der Regel durch mediane Abschnitte verbunden. Die weiblichen bestehen aus zwei Ovarien und ebensoviel Oviducten, welche am Hüftgliede des drittletzten Beinpaares oder auf der Brustplatte zwischen diesem Beinpaare ausmünden. (Fig. 450 *a*.) Die aus vielfachen Säckchen und Blindschläuchen gebildeten, wie die Ovarien durch einen unpaaren Abschnitt verbundenen Hoden münden durch meist vielfach gewundene Samenleiter am

Hüftglieder des letzten Beinpaares (Fig. 450 *b*), seltener auf der Brust, in der Regel auf einem besonderen Begattungsgliede aus. Das erste Paar der Afterfüsse oder auch noch das zweite Paar dienen beim Männchen als Hilfsorgane der Begattung. (Fig. 448.) Die Eier gelangen entweder in einen von lamellösen Plattenanhängen der Brustfüsse gebildeten Brutbehälter (*Cumaceen*, *Schizopoden*), oder werden von dem Weibchen mittelst einer Kittsubstanz, dem Secrete besonderer Drüsen, an den mit Haaren besetzten Pleopoden befestigt und bis zum Ausschlüpfen der Jungen umhergetragen (*Decapoden*). (Fig. 446.)

Die Schalenkrebse erleiden grossentheils eine Metamorphose, freilich unter sehr verschiedenen Modificationen. Nur die *Cumaceen*, sowie einige *Schizopoden* (*Mysideen*) und Süsswasser-*Decapoden* (*Astacus*) verlassen mit vollzähliger Segmentirung und mit sämmtlichen Extremitäten die Eihüllen. Dagegen schlüpfen alle *Stomatopoden*, sowie fast sämmtliche *Decapoden* als Larven, letztere in der als *Zoëa* bekannten Form mit nur sieben Gliedmassenpaaren des Vorderleibes, noch ohne die sechs letzten Brustsegmente, indessen mit langem, jedoch gliedmassenlosem Abdomen aus. (Fig. 451.) Die beiden Fühlerpaare der Zoëa sind kurz und geissellos, die Mandibeln noch ohne Taster, die Maxillen bereits gelappt und in den Dienst des Mundes gezogen; die vier vorderen Maxillarfüsse sind Spaltfüsse und fungiren als zweiästige Schwimmfüsse, hinter denen bei den langschwänzigen Decapoden auch noch der Kieferfuss des dritten Paares als gespaltener Schwimmfuss hinzutritt. Kiemen fehlen noch und werden durch die dünnhäutigen Seitenflächen des Kopfbrustschildes vertreten, unter welchem eine beständige Wasserströmung in der Richtung von hinten nach vorne unterhalten wird. Ein kurzes Herz mit ein oder zwei Spaltenpaaren ist vorhanden. Die Facettenaugen erscheinen von ansehnlicher Grösse, aber noch nicht auf abgesetztem Augenstiele. Daneben findet sich zwischen beiden noch das unpaare dreitheilige Auge als Erbtheil der Entomostraken, das Entomostrakenauge. Die Zoëalarven der kurzschwänzigen Decapoden (Krabben) sind in der Regel mit stachelförmigen Fortsätzen, gewöhnlich mit einem Stirnstachel, einem langen, gekrümmten Rückenstachel und zwei seitlichen Stachelfortsätzen des Kopfbrustpanzers bewaffnet.

Fig. 451.



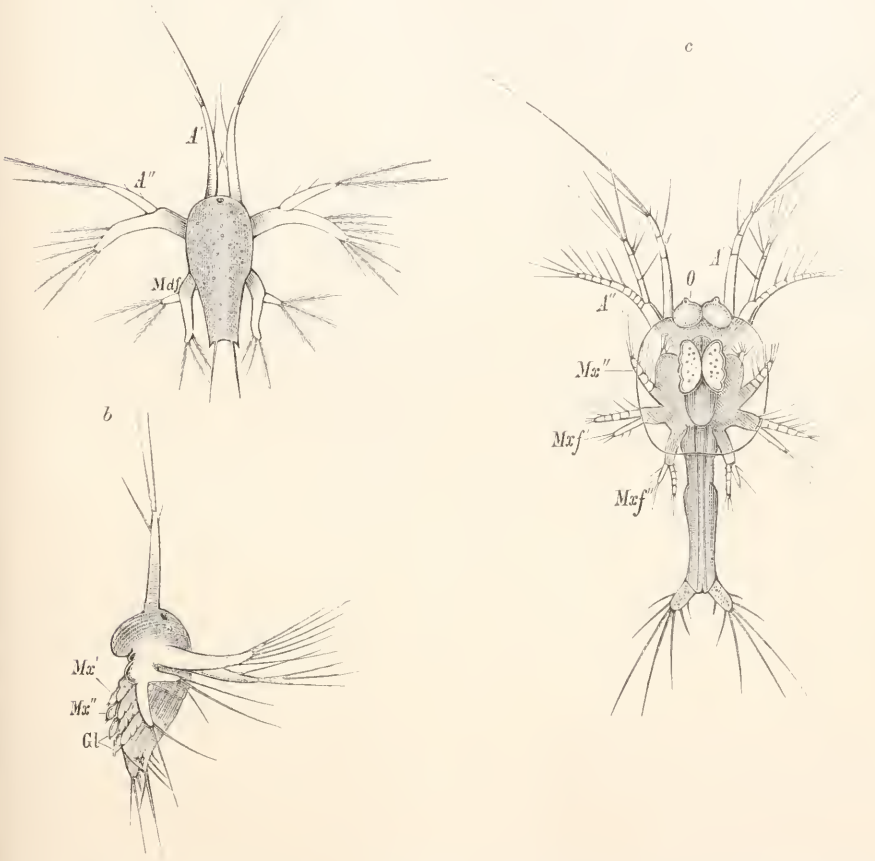
Krabbenzoëa (*Thia*) nach der ersten Häutung. *ZS* Zoëastachel am Rücken, *A'*, *A''* die Antennenpaare, *Kf'*, *Kf''* die beiden Spaltfusspaare, welche dem ersten und zweiten Kieferfusse entsprechen.

Uebrigens stellt die *Zoëa* keineswegs überall die niedrigste Larvenstufe dar. Abgesehen von dem Vorkommen Zoëa-ähnlicher Larven, denen noch die mittleren Kieferfüsse fehlen, gibt es Podophthalmen (*Penaeus*), welche als Naupliusformen das Ei verlassen. (Fig. 452.) Somit ist durch die Entwicklungs-

geschichte die Identität der Ausgangsform für Entomostraken und Malacostraken erwiesen, die sich auch in der Embryonalentwicklung wiederholt.

Während des Wachsthums der Zoëa, deren weitere Umwandlung eine ganz allmälige und überaus verschiedene ist, sprossen unter dem Kopfbrustschild die fehlenden fünf — bei den Krabbenzoëen sechs — Beinpaare der

Fig. 452.

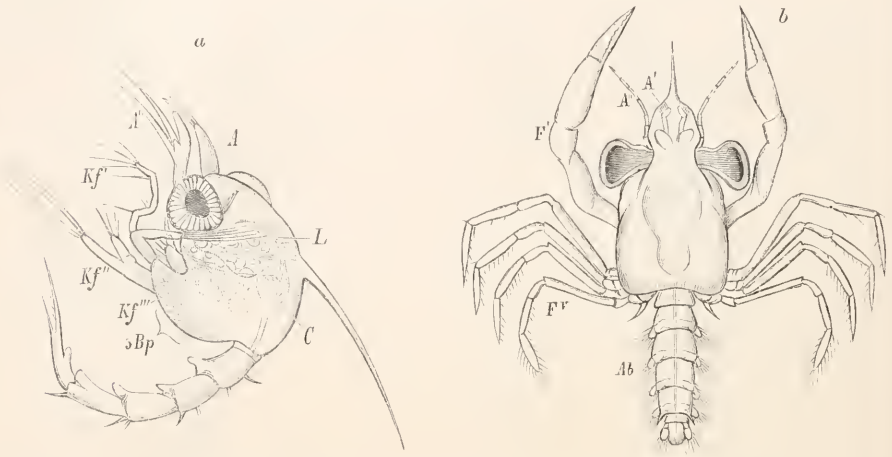


Larven von *Penaeus*, nach Fr. Müller. *a* Naupliusform von der Rückenseite. *A'*, *A''* die beiden Antennenpaare, *Mdf* Mandibularfuss. — *b* Metanaupliusstadium von der linken Seite dargestellt. *Mx'* vordere Maxille, *Mx''* hintere Maxille, *Gl* sechstes und siebentes Gliedmassenpaar oder erster und zweiter Maxillarfuss. — *c* Das Zoëastadium. *O* Augen.

Brust und am Abdomen die Afterfüsse hervor. Die Garneelzoëen treten schliesslich in ein den Schizopoden ähnliches Stadium ein, aus dem die definitive Form hervorgeht. Aehnlich verhalten sich die Zoëalarven der Anomuren. Die Krabbenzoëa aber geht mit einer späteren Häutung in eine neue Larvenform, die *Megalopa*, über, welche bereits ein Brachyur ist, jedoch noch einen grossen, zwar nach der Bauchseite umgeschlagenen, aber mit der Schwanzflosse ausgestatteten Hinterleib besitzt. (Fig. 453.)

Die Schalenkrebse sind grösstentheils Meeresbewohner und ernähren sich von todten thierischen Stoffen, sowie vom Raube lebender Beute. Die meisten schwimmen vortrefflich, andere, wie zahlreiche Krabben, bewegen sich gehend und laufend und vermögen oft mit grosser Behendigkeit rückwärts und nach den Seiten zu schreiten. In den Scheeren ihrer vorderen Beinpaare haben sie meist kräftige Vertheidigungswaffen. Abgesehen von den mehrmaligen Häutungen im Jugendzustande werfen auch die geschlechtsreifen Thiere einmal oder mehrmals im Jahre die Schalen ab (*Decapoden*) und leben dann einige Zeit mit der neuen, noch weichen Haut in geschützten Schlupfwinkeln verborgen. Einige Brachyuren vermögen längere Zeit vom Meere entfernt auf dem Lande

Fig. 453.



a Zoëa von *Inachus* in vorgeschrittenem Stadium mit den Anlagen des dritten Kieferfusses (*Kf'''*) und der fünf Gehfusspaare (*5 Bp.*), *C* Herz, *L* Leber. — *b Megalopa*-Stadium von *Portunus*. *Ab* Abdomen, F^{I} bis F^{V} erster bis fünfter Gehfuss.

in Erdlöchern zu leben. Diese Landkrabben unternehmen meist zur Zeit der Eierlage gemeinsame Wanderungen nach dem Meere und kehren später mit ihrer gross gewordenen Brut nach dem Lande zurück (*Gecarcinus ruricola*). Die ältesten bis jetzt bekannt gewordenen fossilen Podophthalmen sind langschwänzige Decapoden und Schizopoden aus der Steinkohlenformation (*Palaeocrangon*, *Palaeocarabus*, *Pygocephalus*).

1. Ordnung. **Cumacea** [1]**, Cumaceen.**

Mit kleinem Kopfbrustschild, (vier bis) fünf freien Brustsegmenten, mit zwei Kieferfusspaaren und sechs Beinpaaren, von denen mindestens die zwei

[1]) H. Kröyer, Fire nye Arter af slaegten Cuma. Naturh. Tidsskr., Tom. III, 1841. Derselbe, Om Cumaceernes Familie. Ebendaselbst, N. R., Tom. III, 1846. A. Dohrn, Ueber den Bau und die Entwicklung der Cumaceen. Jen. naturw. Zeitschr., Tom. V. 1870. G. O. Sars, Beskrivelse af de paa Fregatten Josephines Exped. fundne Cumaceer. Stockholm, 1871.

vorderen Paare Spaltfüsse sind, mit langgestrecktem Abdomen, welches beim Männchen ausser den Schwanzanhängen zwei, drei oder fünf Schwimmfusspaare trägt.

Die Cumaceen tragen in ihrer Erscheinung den Habitus von Decapodenlarven, an die sie auch in ihrer Organisation mehrfach erinnern, während sie in manchen Merkmalen, wie Bildung der Bruttasche und Embryonalentwicklung, den Arthrostraken, besonders den Anisopoden, nahe stehen. (Fig. 454.) Stets ist ein Kopfbrustschild vorhanden, welches ausser den Kopfsegmenten

Fig. 454.

Diastylis sculpta. *a* Männchen. *b* Weibchen. Nach G. O. Sars.

zugleich die drei vorderen der (8) Brustringe und deren Gliedmassen umfasst. Somit bleiben die fünf hinteren Brustringe frei.

Von den beiden Antennenpaaren sind die vorderen klein und bestehen aus einem dreigliedrigen Schaft, an dessen Ende sich vornehmlich beim Männchen Büschel von Riechhaaren anheften, aus einer kurzen Geissel und Nebengeissel. Die unteren Antennen bleiben im weiblichen Geschlechte kurz und rudimentär, während sie beim ausgebildeten Männchen mit ihrer vielgliedrigen Geissel (wie bei *Nebalia*) die Länge des Körpers erreichen können.

Die Oberlippe bleibt meist klein, während die tief getheilte Unterlippe einen bedeutenderen Umfang zeigt. Die Mandibeln entbehren des Tasters und

entsenden unterhalb der stark bezahnten Spitze einen Borstenkamm und einen mächtigen Molarfortsatz. Von den beiden Maxillenpaaren bestehen die vorderen aus zwei gezähnten Laden und einem cylindrischen, nach hinten gerichteten Geisselanhang, die tasterlosen Kiefer des zweiten Paares aus mehreren über einander liegenden Kauplatten nebst borstenlosem Fächeranhang (Exopodit).

Die beiden nachfolgenden Extremitätenpaare (die beiden vorderen der 8 Brustfusspaare) dürften als Kieferfüsse zu bezeichnen sein. Die vorderen, welche der Unterlippe der Asseln und deren Tastern entsprechen, sind durch den Ladenfortsatz ihres Basalgliedes kenntlich und tragen einen fünfgliedrigen Endopoditen. An der Aussenseite des zu einer Art Unterlippe verschmolzenen Stammes erhebt sich eine mächtige Epipodialplatte nebst grosser gefiederter Kieme. Die hinteren Kieferfüsse besitzen eine bedeutendere Länge und einen sehr gestreckten cylindrischen Stamm, dessen kurzes Basalglied eine rudimentäre Epipodialplatte tragen kann. Von den noch übrigen sechs Beinpaaren der Brust, von denen die vorderen dem dritten Kieferfusspaare der Decapoden entsprechen, sind die beiden vorderen Paare stets nach Art der Schizopodenfüsse gebildet und bestehen aus einem sechsgliedrigen Bein mit mächtig entwickeltem lamellösen Stamm — das Basalglied desselben bleibt sehr kurz und als abgesetztes Glied kaum nachweisbar — einem fünfgliedrigen Endopoditen und einem mit Schwimmborsten besetzten Nebenast (Exopodit). Die vier letzten, ebenfalls sechsgliedrigen Beinpaare sind kürzer und tragen im männlichen Geschlecht, aber stets mit Ausnahme des letzten Paares, einen kleineren oder grösseren Schwimmfussanhang als Nebenast.

Das stark verengte und sehr langgestreckte Abdomen entbehrt im weiblichen Geschlechte der Schwimmfüsse durchaus, trägt aber an dem grossen sechsten Segment zu den Seiten der Schwanzplatte langgestielte zweiästige Schwanzgriffel, während beim Männchen noch zwei, drei oder fünf Schwimmfusspaare an den vorausgehenden Segmenten hinzukommen. Die beiden Augen sind, wenn überhaupt vorhanden, zu einem unpaaren Sehorgan zusammengedrängt oder liegen als kleine Erhebungen dicht nebeneinander (*Bodotria* Goods).

Am Darmcanal unterscheidet man die Speiseröhre, einen mit Leisten und Zähnen bewaffneten Kaumagen, hinter welchem drei Paare langer Leberschläuche einmünden, und einen langen engen Darm mit der unter der Schwanzplatte ausmündenden Afteröffnung. Eine mehrfach gewundene Schalendrüse im Segment des zweiten Kieferpaares fungirt als Harnorgan.

Das mässig gestreckte Herz liegt in der vorderen Thoralregion und entsendet ausser der vorderen und hinteren Aorta zwei seitliche Arterien. Als Kiemen fungirt ausser der inneren Schalenlamelle ein vielfach gespaltener Epipodialanhang des ersten Kieferfusses (wie bei den Tanaiden), dessen beständige Vibration auch die Erneuerung des die Unterseite der Schale bespülenden Wassers bewirkt.

Die beiden Geschlechter unterscheiden sich durch die Gestalt der hinteren Antennen, sowie des Abdomens und seiner Beinpaare. Bei der Begattung hält sich das Männchen auf dem Rücken des Weibchens mit seinen grossen vorderen Beinpaaren fest und schlägt deren Klauen unter der Einbuchtung des Kopfbrustschildes ein. Die Eier gelangen in eine von als Brutplatten dienenden Beinanhängen des Weibchens gebildete Bruttasche und durchlaufen in derselben die Embryonalentwicklung, die jener der Isopoden ähnlich ist. Wie hier liegt das Abdomen anfangs nach dem Rücken umgeschlagen, erfährt jedoch später eine Umbiegung nach der Bauchseite. Die ausschlüpfenden Jungen entbehren noch des letzten Brustfusses und der Abdominalfüsse.

Von der Lebensweise der Cumaceen ist bekannt, dass sich dieselben nahe am Strande auf sandigem und morastigem Grunde, theilweise auch in bedeutenden Tiefen aufhalten.

Fam. *Diastylidae*. *Diastylis Rathkii* Kr., Nordsee. *D. Edwardsii* Kr. *D. sculpta* G. O. Sars. (Fig. 454.) *Leucon nasicus* Kr., Norwegen. *Rodotria* Goods u. a. G.

2. Ordnung. **Stomatopoda** [1]), **Maulfüsser.**

Langgestreckte Schalenkrebse mit kurzem, die letzten drei Brustsegmente nicht überdeckendem Kopfbrustschild, mit fünf Paaren von Mundfüssen und drei spaltästigen Beinpaaren, mit Kiemenbüscheln an den Schwimmfüssen des mächtig entwickelten Hinterlebes.

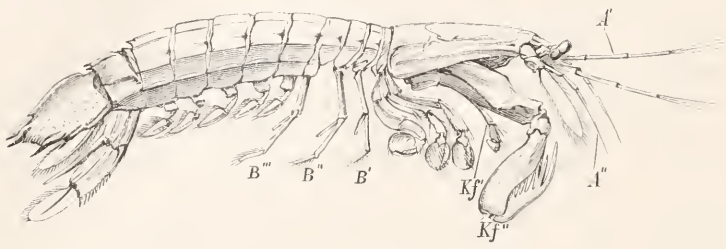
Die Stomatopoden, zu denen man früher auch die Schizopoden, ferner die Gattung *Leucifer* und die nunmehr als *Scyllarus*- und *Palinurus*larven erwiesenen *Phyllosomen* stellte, werden gegenwärtig auf die nur wenige Formen umfassenden, aber scharf und gut begrenzten *Squilliden* oder Heuschreckenkrebse beschränkt. Es sind Schalenkrebse von ansehnlicher Grösse und gestreckter Körperform, mit breitem, mächtig entwickeltem Abdomen, das an Umfang den Vorderleib bedeutend übertrifft und mit einer ausserordentlich grossen Schwimmflosse endet. Das weichhäutige Kopfbrustschild bleibt kurz und lässt die drei grossen hinteren Thoracalsegmente, welchen die gespaltenen Ruderfüsse angehören, völlig unbedeckt. Aber auch die kurzen Segmente der Raubfüsse sind nicht mit dem Schilde verwachsen und liegen am Hinterrande des Schildes mehr oder minder frei.

Der vordere Abschnitt des Kopfes mit den Augen und Antennen ist beweglich abgesetzt, wie auch die nachfolgenden, vom Kopfbrustschilde bedeckten Segmente eine beschränkte Beweglichkeit bewahren. (Fig. 455.) Die vorderen inneren Antennen tragen auf einem langgestreckten dreigliedrigen Stiele drei

[1]) Ausser Dana, M. Edwards u. A. vergl.: Fr. Müller, Bruchstück aus der Entwicklungsgeschichte der Maulfüsser. I. und II. Archiv für Naturgesch., Tom. XXVIII, 1862 und Tom. XXIX, 1863. C. Claus, Die Metamorphose der Squilliden. Abhandl. der Göttinger Societät, 1872. C. Grobben, Die Geschlechtsorgane von Squilla mantis. Sitzungsberichte der k. Akad. der Wissensch. Wien, 1876. W. K. Brooks, Report on the Stomatopoda collected by H. M. S. Challenger etc., 1886.

kurze vielgliedrige Geisseln, während die Antennen des zweiten Paares an der äusseren Seite ihrer vielgliedrigen Geissel eine breite, umfangreiche Schuppe besitzen. Den weit abwärts gerückten Mandibeln gehört ein dünner dreigliedri-

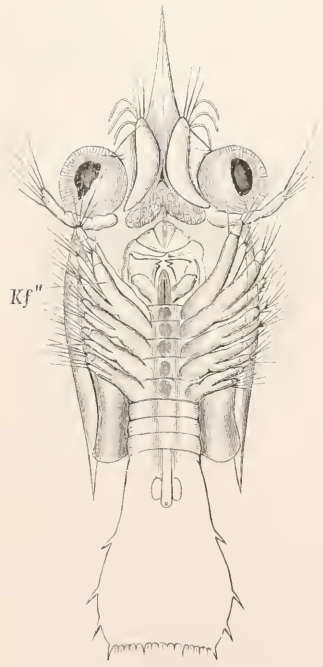
Fig. 455.



Squilla mantis. *A'*, *A''* Antennen, *Kf'*, *Kf''* die vorderen Kieferfusspaare am Cephalothorax, *B'*, *B''*, *B'''* die drei Spaltbeinpaare des Thorax.

ger Taster an. Die Maxillen sind verhältnissmässig klein und schwach, mit kaum nachweisbarem Tasterrest. Hinter den Kieferpaaren sind die fünf folgenden beinartig gestalteten Extremitätenpaare dicht um den Mund gedrängt und deshalb treffend als Mundfüsse bezeichnet worden. Sämmtlich tragen sie an der Basis eine scheibenförmige Epipodialplatte, die an den beiden vorderen Paaren einen ansehnlichen Umfang erreicht und durch Schwingungen einen respiratorischen Wasserstrom unterhalten, eventuell zugleich zur Athmung dienen kann. Nur das vordere Paar (1. Kieferfuss) ist dünn und tasterförmig, endet jedoch mit einer kleinen Greifzange, die übrigen dienen zum Ergreifen und zum Raube der Beute. Bei Weitem am umfangreichsten ist das zweite Paar (2. Kieferfuss), welches, mehr oder minder nach aussen gerückt, einen gewaltigen Raubfuss mit enorm verlängerter Greifhand darstellt. Ein Geisselast kommt diesen Gliedmassen nur im frühen Larvenalter zu. (Fig. 456.) Die drei folgenden Paare sind gleichgestaltet und enden mit schwächerer rundlicher Greifhand. Somit bleiben zum Gebrauche der Locomotion nur die drei zweiästigen Beinpaare der letzten unbedeckten Brustsegmente übrig. Weit mächtiger aber sind die Schwimmfüsse des Abdomens entwickelt, deren äussere Lamellen die Kiemenbüschel tragen.

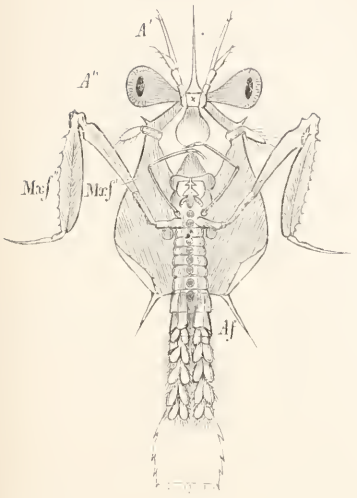
Fig. 456.



Erichthoidina-Stadium. *Kf''* späterer zweiter Kieferfuss, die drei nachfolgenden Paare werden wieder abgeworfen, an ihrer Stelle entwickeln sich der 3. bis 5. Kieferfuss.

Beide Geschlechter sind nur wenig verschieden. Indess ist das Männchen leicht an dem Besitze des Ruthenpaares an der Basis der letzten Ruderbeine,

Fig. 457.



Junge *Alima*-Larve, schwächer vergrössert. *Af* Abdominalfüsse (Pleopoden), *Mxf'* erster Maxillarfuss, *Mxf''* der grosse Raubfuss (zweiter Maxillarfuss).

sowie an dem etwas umgestalteten ersten Pleopodenpaare mit Greifanhang kenntlich.

Die postembryonale Entwicklung beruht auf einer complicirten Metamorphose, die uns leider bislang nicht vollständig bekannt geworden ist. Die jüngste der beobachteten Larven, *Erichthoidina*, von etwa 2 Mm. Länge (Fig. 456), besitzt schon sämmtliche Segmente der Brust und deren Segmenten fünf zweiästige Schwimmfusspaare, entbehrt aber noch des Hinterleibes bis auf die Schwanzplatte, ist also von der *Zoëa* der Decapoden weit verschieden. Spätere Larvenzustände sind als *Alima* und *Erichthus* beschrieben. (Fig. 457.)

Die Stomatopoden gehören ausschliesslich den wärmeren Meeren an, schwimmen vortrefflich und ernähren sich vom Raube anderer Seethiere.

Fam. *Squillidae*, Heuschreckenkrebse. *Squilla mantis* Rond (Fig. 455), *Sq. Desmarestii* Risso, Adria und Mittelmeer. *Gonodactylus chiragra* Fabr.

3. Ordnung. **Schizopoda** [1]**, Spaltfüsser.**

Kleine Schalenkrebse mit grossem, meist zarthäutigem Kopfbrustschild und acht Paaren gleichartig gestalteter Spaltfüsse, welche frei vorstehende Kiemen tragen können.

In ihrer äusseren Erscheinung tragen die Schizopoden bereits den Habitus der langschwänzigen Decapoden, da sie wie diese einen langgestreckten, meist ziemlich stark comprimirten Körper mit ansehnlichem, die Brustsegmente mehr oder minder vollkommen überdeckendem Kopfbrustschild und mächtig entwickeltem Abdomen besitzen. Indessen weicht der Bau der Kieferfüsse und der Beine des Thorax wesentlich ab und nähert sich wie auch die einfachere innere Organisation den vorgeschrittenern Garneellarven. Auch lässt das Brustschild eine grössere Zahl von Thoracalsegmenten (*Siriella*), im früheren Larvenalter (*Euphausia*) sogar wie bei *Nebalia* sämmtliche Segmente des Mittelleibes frei, von denen später eine grössere oder geringere Zahl an der Rückenseite mit der Haut des Schildes verschmilzt (*Euphausia*). Die drei Kieferfusspaare bleiben noch im Dienste der Locomotion und sind den nachfolgenden Beinpaaren ähnlich gebaute Spaltfüsse, welche durch den Besitz eines vielgliedrigen

[1] G. O. Sars, Hist. nat. des Crustacés d'eau douce de Norvège. Christiania, 1867. Derselbe, Carcinologiske Bidrag til Norges Fauna. Mysider Christiania, 1870 und 1872. R. v. Willemoes-Suhm, On some Atlant. Crustacea. Transact. Linn. Soc. 1875. G. O. Sars, Report on the Schizopoda collected by H. M. S. Challenger, 1885.

borstenbesetzten Nebenastes zur Strudelung und Schwimmbewegung geeignet erscheinen. (Fig. 458.) Jedoch stehen die beiden vorderen Paare durch kürzere und gedrungenere Form und das vordere Paar wohl auch durch Ladenfortsätze des Stammes schon in näherer Beziehung zu den Mundwerkzeugen (*Mysis*, *Siriella*). Der Hauptast des Beines ist immer verhältnissmässig dünn und schmächtig und endet mit einfacher schwacher Klaue. Zuweilen wird das vorletzte Glied mehrgliedrig (Tarsalgeissel). Selten (*Euphausia*) bleiben die beiden letzten Beinpaare bis auf die mächtig entwickelten Kiemenanhänge ganz rudimentär und ausser dem Basalglied auf den stummelförmigen Exopoditen beschränkt. Die Pleopoden sind im weiblichen Geschlechte meist winzig klein, im männlichen Geschlechte aber mächtig entwickelt, theilweise von abnormer Form und Grösse (Hilfswerkzeuge der Begattung) und tragen ausnahmsweise (*Siriella*-Männchen) auch Kiemen. Das Fusspaar des sechsten, meist sehr gestreckten Segmentes ist zweiästig, lamellös, schliesst häufig in der inneren Lamelle eine Gehörblase ein und bildet mit dem Telson eine mächtige Schwimmflosse. (Fig. 458.)

Fig. 458.

Mysis oculata. Weibchen mit Brutblättern, nach G. O. Sars. *Gb* Gehörblase im Schwanzfächer.

Die Männchen sind von den Weibchen durchwegs auffallend verschieden, so dass sie früher zur Aufstellung besonderer Gattungen Veranlassung gaben. Erstere besitzen an den Vorderfühlern eine kammförmige Erhebung zum Tragen der grossen Zahl von Riechhaaren und sind durch die ansehnlichere Grösse der Schwanzfüsse, von denen die vorderen überdies mit Copulationsanhängen versehen sein können, zu einer rascheren und vollkommeneren Bewegung befähigt, welcher wiederum das grössere Athmungsbedürfniss und der Besitz von Kiemenanhängen bei *Siriella* entspricht. Die Weibchen tragen zuweilen an den zwei oder drei hinteren Brustfüssen (viele *Mysideen*) oder auch zugleich an den mittleren und vorderen (*Lophogaster*) Brutblätter zur Bildung eines Brutraumes, in welchem wie bei den Ringelkrebsen die grossen Eier ihre Entwicklung durchlaufen. Die Jungen verlassen den Brutraum meist schon im Besitze sämmtlicher Extremitäten. In anderen Fällen (*Euphausia*) jedoch verläuft die Entwicklung als Metamorphose. Die junge *Euphausia* schlüpft als Naupliuslarve aus, an der auch alsbald die drei nachfolgenden Gliedmassenpaare in Form wulstförmiger

Erhebungen auftreten. Der ansehnlich grosse Naupliuspanzer, auch nach vorne um die Basis der Antennen in Form eines gezackten Saumes herumgeschlagen, ist die Anlage des Kopfbrustschildes, unter dem auch schon zu den Seiten des unpaaren Auges die Anlage der Seitenaugen sichtbar wird. Nun folgt nach abgestreifter Haut das *Protozoëa-* und hierauf das *Zoëa*stadium (von Dana als *Calyptopis* beschrieben) mit freilich nur sechs Gliedmassenpaaren und langem, bereits vollzählig gegliedertem fusslosen Abdomen. In den zahlreichen nachfolgenden Larvenstadien (früher als *Furcilia*, *Cyrtopia* beschrieben) bilden sich der Reihe nach die fehlenden Extremitäten aus.

Fam. *Mysidae*. Brustfüsse kiemenlos, das vordere Paar (Kieferfuss) mit schwingender Epipodialplatte, die hinteren und eventuell mittleren Paare mit Brutblättern im weiblichen Geschlecht. Mit Otolithenblase in der Fächerplatte. (Fig. 458.) *Mysis vulgaris* Thomps., *M. flexuosa* O. Fr. Müll., *M. oculata* Fabr., *M. inermis* Rathke, nördliche Meere. *Siriella Edwardsii* Cls.

Fam. *Euphausidae*. Mit Kiemenbüscheln an den Brustfüssen. Meist mit Leuchtorganen am Thorax und Abdomen. Weibchen ohne Brutblätter. Entwickeln sich mittelst Metamorphose. *Euphausia splendens* Dana, Atlant. Ocean, *Thysanopoda norvegica* Sars.

Fam. *Lophogastridae*. Mit Kiemen und Brutblättern an den Brustfüssen. *Lophogaster typicus* Sars, Norwegen.

4. Ordnung. **Decapoda** [1]**, zehnfüssige Krebse.**

Thoracostraken mit grossem Rückenschilde, welches meist mit allen Segmenten des Kopfes und der Brust verwachsen ist, mit drei Kieferfusspaaren und zehn theilweise mit Scheeren bewaffneten Gehfüssen.

Kopf und Thorax sind vollständig von dem Rückenschild überdeckt, dessen Seitenflügel über den Basalgliedern der Kieferfüsse und Beine eine die Kiemen bergende Athemhöhle bilden, in welcher die schwingende Athemplatte der zweiten Maxille die Wasserströmung unterhält. (Fig. 447.) Nur das letzte mehr oder minder beweglich bleibende Segment kann sich als freier Abschnitt getrennt erhalten. Das Stirnende des Kopfschildes läuft zwischen den Augen in einen Stachel (Rostrum) aus. Das feste kalkhaltige Integument des Rückenschildes zeigt vornehmlich bei den grösseren Formen symmetrische, durch die Ausbreitung der unterliegenden inneren Organe bedingte Erhebungen, welche als bestimmte, nach jenen benannte Regionen unterschieden werden.

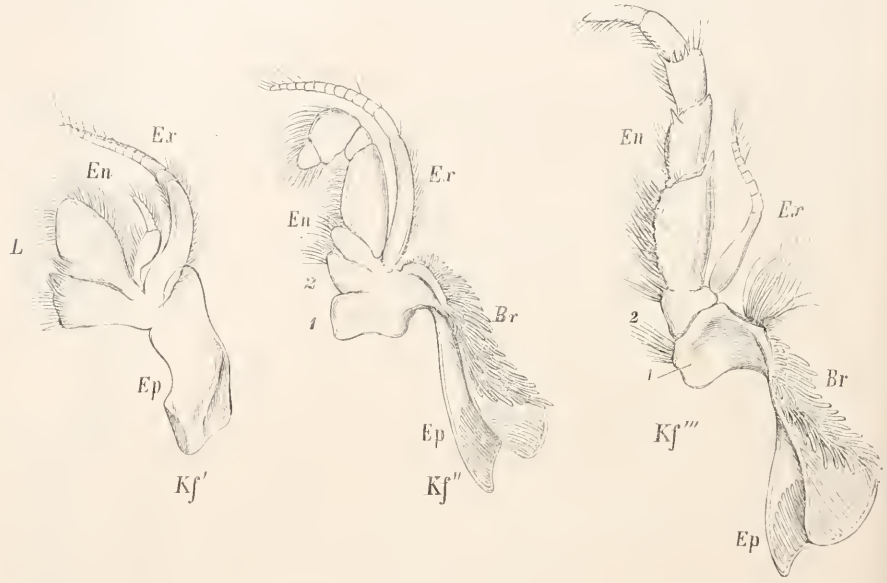
Eine sehr verschiedene Gestalt und Grösse zeigt das Abdomen. Bei den *Makruren* erreicht dasselbe einen bedeutenden Umfang und besitzt ausser den fünf Fusspaaren, von denen freilich oft das vordere im weiblichen Geschlechte

[1]) Herbst, Versuch einer Naturgeschichte der Krabben und Krebse. 3 Bde. Berlin. 1782—1804. Leach, Malacostraca podophthalma Britanniae. London, 1817—1821. Spence Bate, On the development of Decapod Crustacea. Phil. Transact. of the roy. Soc. London, 1859. C. Claus, Zur Kenntniss der Malacostrakenlarven. Würzb. naturwiss. Zeitschr. Tom. II. 1861. Fr. Müller, Die Verwandlung der Garneelen. Archiv für Naturgesch., Tom. XIX, 1863. Derselbe, Für Darwin. Leipzig, 1864. C. Claus, Neue Beiträge zur Morphologie der Crustaceen. Arbeiten aus dem zool. Institute etc. Wien, Tom. VI, 1885.

verkümmert, eine grosse Schwimmflosse (Telson und grosses Schwimmfusspaar des sechsten Segmentes). Bei den *Brachyuren* dagegen reducirt sich das Abdomen auf eine breite (Weibchen) oder schmale triangulare (Männchen) Platte, die deckelartig über das ausgehöhlte Sternum umgeklappt wird und der Schwanzflosse entbehrt. Auch sind hier die Fusspaare dünn und stielförmig und finden sich beim Männchen nur an den zwei vorderen Segmenten entwickelt.

Die inneren Antennen, bei den *Brachyuren* oft in seitlichen Gruben versteckt, entspringen meist unterhalb der beweglich eingelenkten Augenstiele und bestehen aus einem dreigliedrigen Schaft und aus zwei bis drei vielgliedrigen Geisseln. Die zweiten Antennen inseriren sich meist an der Aussen-

Fig. 459.



Die drei Kieferfusspaare von *Astacus*. *Kf'* Erster Kieferfuss. *En* Entopodit, *L* Kauladen, *Ex* Exopodit, *Ep* Epipodialplatte. *Kf''* Zweiter Kieferfuss. *Br* Epipodialkieme, 1, 2 die Glieder des Stammes. *Kf'''* Dritter Kieferfuss.

seite der ersteren etwas abwärts an einer flachen, vor dem Munde gelegenen Platte (*Epistom*, Mundschild) und besitzen bei den guten Schwimmern einen schuppenförmigen lamellösen Anhang. An ihrer Basis erhebt sich überall ein an der Spitze durchbohrter Höcker, auf welchen der Ausführungsgang der Antennendrüse ausmündet. (Fig. 446.)

Von den Mundtheilen sind die Mandibeln überaus verschieden gestaltet, aber in der Regel mit einem zwei- bis dreigliedrigen Taster versehen, der freilich bei Garneelen auch fehlen kann; entweder sind die Mandibeln geradgestreckt und am verdickten Vorderrande stark bezahnt (*Brachyuren*), oder schlank und stark eingekrümmt (*Crangon*), oder am Ende gabelig gespalten (*Palaemoniden* und *Alpheiden*). Die vorderen Maxillen bestehen stets aus zwei Laden und einem meist einfachen Taster. Die hinteren Maxillen, an welchen

meist vier Laden (zwei Doppelladen) nebst Taster unterschieden werden, tragen als Exopodit eine grosse borstenrandige, schwingende Athemplatte. Es folgen sodann drei Paare von Kieferfüssen, welche einen Geisselast (Exopodit), aber auch einen epipodialen Anhang mit Epipodialkieme tragen. (Fig. 459.) So bleiben von den Gliedmassen der Brust nur fünf Paare als Beine zur Verwendung, von denen die beiden hinteren zuweilen verkümmern, ja in seltenen Fällen in Folge von Rückbildung ganz ausfallen können (*Leucifer*). Die zugehörigen Brustsegmente sind in der Regel sämmtlich oder wenigstens bis auf das letzte mit einander verwachsen und bilden auf der Bauchseite eine zusammenhängende, bei den Brachyuren überaus breite Platte. Die Beine bestehen aus sieben Gliedern, welche denen der Arthrostraken entsprechen, und enden häufig mit einer Scheere oder Greifhand.

Die meisten marinen Decapoden verlassen in Zoëaform die Eihüllen; unter den Makruren ist jedoch bei *Homarus* die Metamorphose sehr reducirt, indem die ausschlüpfenden Jungen schon sämmtliche Brustfüsse, freilich noch mit äusseren Schwimmfussästen, tragen, jedoch noch der Afterfüsse entbehren. (Fig. 460.) Bei *Astacus* ist sie ganz ausgefallen, indem die ausschlüpfenden Jungen bis auf die noch rudimentäre Schwanzflosse mit dem ausgebildeten Thiere übereinstimmen.

Fig. 460.

Jugendform (Larve) des Hummers, nach G. O. Sars. *R* Rostrum, *A'*, *A''* die Antennen, *Kf'''* dritter Kieferfuss, *F'* vorderer Gehfuss.

Ueber die Embryonalentwicklung der Decapoden haben ausser den älteren Untersuchungen Rathke's[1]) über den Flusskrebs neuere Arbeiten, besonders von Bobretzky (Garneele und Flusskrebs), Reichenbach (Flusskrebs), wichtige Beiträge geliefert. Der Furchungsvorgang scheint (ob überall?) ein superficialer zu sein, das heisst zunächst lediglich den peripherischen Dotter (Bildungsdotter) zu betreffen, während der centrale fettkügelchenreiche Nahrungsdotter eine ungetheilte Masse bleibt. Das Entoderm erscheint als grubenförmige Einsenkung der Keimblase, an deren vorderen Rand (Gastrulamundrand) das Mesoderm entsteht.

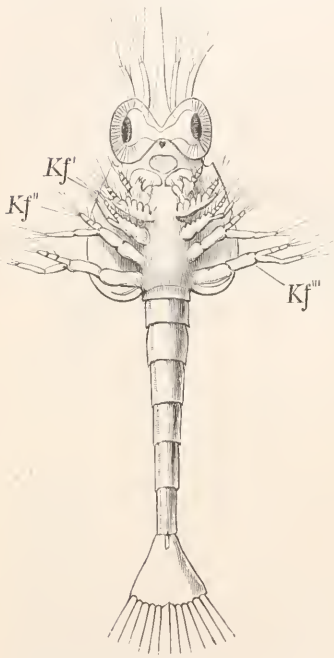
1. Unterordnung. *Makrura.* Das Abdomen stark entwickelt, mindestens so lang als der Vorderleib, mit vier oder fünf Paaren von Afterfüssen und mit wohl ausgebildeter breiter Schwanzflosse. Die inneren oberen Fühler mit zwei oder drei Geisseln, die äusseren mit einer einfachen Geissel, häufig an der Basis eine Schuppe tragend. Das dritte Kieferfusspaar beinförmig verlängert, die vorausgehenden nicht völlig bedeckend. Die ausschlüpfenden Zoëalarven langgestreckt, meist schon mit drei, den vorderen Brustfüssen, späteren Kieferfüssen entsprechenden Spaltfusspaaren. Mit dem Vorwachsen der noch fehlenden

[1]) Ausser Rathke, Lereboullet, sowie einer russisch geschriebenen Abhandlung von Bobretzky, Kiew, 1873, vergl. H. Reichenbach, Studien zur Entwicklungsgeschichte des Flusskrebses. Frankfurt, 1886.

meist zweiästig angelegten Beinpaare treten sie in das „*Mysisstadium*“ ein. (Fig. 461.)

Fam. *Caridae*, Garneelen. Körper seitlich comprimirt, mit dünner Schale, oft gekielt und in einen sägeförmig gezähnten Stirnfortsatz auslaufend. Aeussere Fühler unterhalb der inneren eingefügt, mit grosser, den Stiel überragender Schuppe. Die langen und dünnen vorderen Beinpaare enden häufig mit Scheeren. Sie leben schaarenweise in der Nähe der Küsten. Einzelne Gattungen (Geisselgarneelen, *Penaeus*) besitzen noch rudimentäre Schwimmfussäste und sind durch eine viel vollständigere Metamorphose ausgezeichnet, die mit der Naupliusform beginnt und vor dem Zoëastadium noch eine Metanauplius- und Protozoëaform durchläuft. *Penaeus cavamote* Desm., *Palaemon squilla* L., *Crangon vulgaris* Fabr., *Pontonia tyrrhena* Risso, lebt zwischen den Schalen von Bivalven. *Alpheus dentipes* Guér. *Sergestes atlanticus* Edw., *Leucifer typus* Edw.

Fig. 461.



Zoëa eines *Crangoniden*. *Kf'*, *Kf''*, *Kf'''* die drei späteren Kieferfusspaare, welche als spaltästige Schwimmfüsse fungiren.

Fam. *Astacidae*, Scheerenkrebse. Ziemlich grosse, meist hartschalige Krebse mit wenig comprimirtem Kopfbruststück und abgeflachtem Abdomen. Die äusseren Fühler sind neben den inneren eingelenkt und tragen an ihrer Basis eine kleine oder ganz verkümmerte Schuppe. Das erste Fusspaar endet mit grossen Scheeren, häufig auch das zweite und dritte kleinere und schwächere Fusspaar. Einige weichhäutige Formen graben sich im Schlamme oder Sande ein. *Astacus fluviatilis* Rond., Flusskrebs. *Homarus vulgaris* Bel., Hummer. *Nephrops norvegicus* L., *Gebia littoralis* Risso, *Thalassina* Latr., *Callianassa subterranea* Mont., gräbt sich in den Ufersand ein.

Fam. *Loricata*, Panzerkrebse. Mit sehr derbem erhärteten Panzer und grossem breiten Hinterleib. Die inneren Fühler enden mit zwei kurzen Geisseln, alle fünf Fusspaare mit einfachen Klauen. Die Larven sind die breiten blattförmigen *Phyllosomen*, die früher für eine besondere Gattung gehalten wurden. *Palinurus vulgaris* Latr., Languste. *Scyllarus latus* Latr., Bärenkrebs, Mittelmeer.

2. Unterordnung. *Anomura*. Abdomen von mässiger Grösse mit nach vorne umgeschlagener reducirter Schwanzflosse. Das letzte, beziehungsweise auch das vorausgehende Paar der Gehfüsse verkümmert. Die Kieferfüsse des dritten Paares beinförmig. Die Zoëalarven besitzen beim Ausschlüpfen bereits die Anlage des dritten Kieferfusspaares, zeigen jedoch sonst im Wesentlichen den Habitus der Garneellarven. In der weiteren Entwicklung knospen die noch fehlenden Brustbeine als Schläuche hervor, und es werden sowohl die Pleopoden, als die Schwanzflosse gebildet (Fig. 462) (*Mysisstadium*). Einzelne Formen wie *Birgus latro* sind dadurch zu längerem Aufenthalt auf dem Lande befähigt, dass der hintere Theil der Kiemenhöhle Luft aufnimmt und die Wandungen zur Luftathmung befähigt erscheinen.

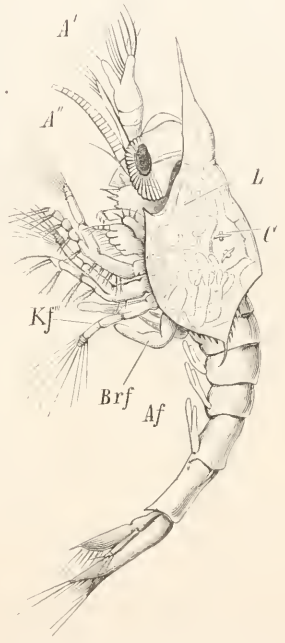
Fam. *Hippidae*, Sandkrebse. Mit länglichem Kopfbruststück und umgeschlagenem Endtheil des Abdomens. Erstes Beinpaar meist mit fingerförmigem Endgliede, letztes schwach. *Hippa eremita* L., lebt im Meeressande vergraben, Brasilien. *Albunea symnista* Fabr., Mittelmeer.

Fam. *Paguridae*, Einsiedlerkrebse. Abdomen langgestreckt, meist weichhäutig und verdreht, mit schmaler Afterflosse und stummelförmigen Afterfüssen. Das erste Fusspaar endet mit kräftigen Scheeren, die beiden letzten sind verkümmert. Suchen sich leere Schneckengehäuse auf zum Schutze ihres weichhäutigen Hinterleibes. *Pagurus Bernhardus* L., Bernhardskrebs. *Paguristes maculatus* Risso, *Coenobita rugosa* Edw., *Birgus latro* Herbst, mit Luft führendem, als Lunge fungirendem Abschnitte der Kiemenhöhle, soll Palmbäume erklettern. Philippinen.

Fam. *Galatheidae*. Mit breitem, ziemlich grossem Abdomen und wohl entwickelter Schwanzflosse. Das erste Beinpaar scheerentragend, das letzte schwach und verkümmert. *Galathea strigosa* L. Hier schliessen sich die *Porcellanen* an, welche ihrem Habitus nach bereits den Brachyuren gleichen. *Porcellana platycheles* Penn., Adria und Mittelmeer.

3. Unterordnung. *Brachyura*. Mit Gruben zur Aufnahme der kurzen inneren Antennen und sogenannten Orbitae, Höhlen zur Aufnahme der gestielten Augen. Hinterleib kurz und verkümmert, ohne Schwanzflosse, gegen die vertiefte Unterfläche der Brust umgeschlagen, im männlichen Geschlechte schmal zugespitzt und nur mit einem, seltener mit zwei Paaren von Afterfüssen, im weiblichen breit mit vier Paaren von Afterfüssen. Das dritte Paar der Kieferfüsse mit breiten platten Gliedern, die vorausgehenden Mundtheile völlig bedeckend. Beim Weibchen erweitert sich jeder Oviduct zu einem Receptaculum seminis. Die ausschlüpfenden Zoëalarven, von gedrungener Form, mit nur zwei Spaltfusspaaren, aber vollzählig gegliedertem Abdomen, meist mit Stirn und Rückenstachel, treten später in die Megalopaform ein. (Fig. 453.) Viele sind Landbewohner.

Fig. 462.



Mysisstadium von *Galathea*. *L* Leber, *C* Herz, *Brf* Brustfüsse, *Af* Abdominalfüsse.

Fam. *Notopoda*, Rückenfüsser. Die vier hinteren Füsse der Brust sind höher als die vorausgehenden Paare eingelenkt und auf den Rücken hinaufgerückt. Das erste Fusspaar mit grossen Scheeren. *Dromia vulgaris* Edw., *Dorippe lanata* L., Mittelmeer. *Lithodes* Latr.

Fam. *Oxystomata*, Rundkrabben. Mit rundlichem Cephalothorax und nicht vorspringender Stirn. Der Mundrahmen dreieckig. Männliche Geschlechtsöffnung am Hüftgliede des fünften Beinpaares, *Calappa granulata* L., Schamkrabbe. *Ilia nucleus* Herbst, Mittelmeer.

Fam. *Oxyrhyncha*, Dreieckskrabben. Meist mit dreieckigem Cephalothorax, mit vortretendem spitzen Stirnschnabel. Mundrahmen viereckig, nach vorne verbreitert. Jederseits neun Kiemen. Die männliche Geschlechtsöffnung liegt am Hüftgliede des fünften Beinpaares. Schwimmen nicht, sondern kriechen. *Inachus scorpio* Fabr., *Maja squinado* Rond., *M. verrucosa* Edw., *Pisa armata* Latr., *Stenorhynchus phalangium* Penn., *Lambrus Massena* Roux.

Fam. *Cyclometopa*, Bogenkrabben. Mit breitem, kurzem, vorne abgerundeten Cephalothorax, ohne vortretenden Stirnschnabel. Jederseits neun Kiemen. Die männliche Geschlechtsöffnung liegt am Hüftgliede des fünften Beinpaares. Zum Theil gute Schwimmer. *Cancer pagurus* L., Taschenkrebs. *Xantho rivulosus* Risso, *Pilumnus hirtellus* L., *Eriphia spinifrons* Herbst, *Carcinus maenas* L., *Portunus puber* L., Mittelmeer.

Fam. *Catometopa* (*Quadrilatera*), Viereckskrabben. Mit viereckigem Cephalothorax. Weniger als neun Kiemen. Die männlichen Geschlechtsöffnungen liegen meist auf dem Sternum. Leben zum Theil längere Zeit vom Wasser entfernt, einige sogar in Erdlöchern als Landkrabben. *Pinnotheres pisum* L., Muschelwächter, in den Schalen von Mytilus. *P. veterum* Bosc., in den Schalen von Pinna, bereits den Alten bekannt, welche sich zwischen Krebs und Muschelthieren ein Verhältniss gegenseitiger Dienstleistung dachten. *Ocypoda cursor* Bel., *Gelasimus vocans* Deg., *Grapsus varius* Latr., *Gecarcinus ruricola* L., Landkrabbe. In den Kiemenhöhlen derselben hält sich das Wasser längere Zeit durch das Vorhandensein von secundären Räumen im Umkreis der Kiemenblättchen, welche deshalb nicht mit einander verkleben können. Lebt in Erdlöchern auf den Antillen.

Den Entomostraken und Malacostraken gegenüber wird man die fossilen Merostomen in Verbindung mit den durch die noch lebende Gattung Limulus vertretenen Xiphosuren und den ausschliesslich fossilen Trilobiten als *Gigantostraca* zusammenfassen können. Dieselben sind als Wasser bewohnende, durch Kiemen athmende Arthropoden den Crustaceen anzuschliessen, obwohl sie zu der zweiten Arthropodenreihe, den Arachnoideen hinführen und besonders mit den Scorpionen näher verwandt zu sein scheinen.

In erster Linie ist für dieselben der Besitz eines einzigen, vor dem Munde gelegenen Gliedmassenpaares, sowie das Auftreten von vier oder fünf um den Mund gelegenen Beinpaaren charakteristisch, deren Basalglieder als umfangreiche Mandibel-ähnliche Kaustücke umgebildet sind. Wenn man von *Limulus* als dem noch jetzt lebenden Repräsentanten der *Xiphosuren* auf die ausschliesslich vorweltlichen *Merostomen* und *Trilobiten* zurückschliessen darf, so würde die vor dem Munde gelegene Gliedmasse nicht von dem Gehirne, sondern von dem unteren Schlundganglion ihre Nerven erhalten haben, womit ihre Bedeutung als vordere Antenne zurückgewiesen wäre. Dieselbe dürfte auf das erste Rumpfgliedmassenpaar zu beziehen sein und den sogenannten Kieferfühlern der Arachnoideen entsprechen, deren Nerven zwar meist am Gehirne austreten, jedoch im ersten postoralen Ganglion wurzeln. Erst hinter dem letzten Beinpaare folgt als eine Art Unterlippe eine einfache oder gespaltene Erhebung. Der Körpertheil, welcher diese Gliedmassenpaare trägt, ist als ungegliedertes Kopfbruststück zu bezeichnen, dessen schildförmig verbreiterte Schale in flügelförmig vorstehende Seitenstücke ausgezogen sein kann und auf der oberen Fläche ausser zwei grossen Seitenaugen zwei kleine mediane Stirnaugen trägt.

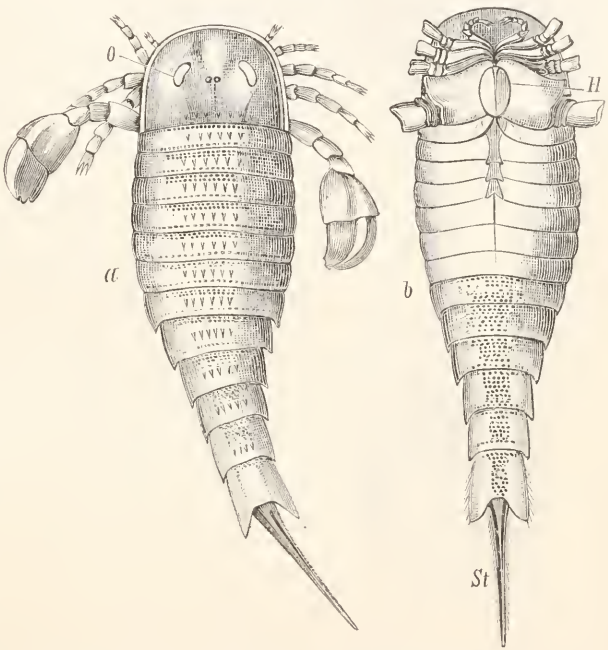
Auf das Kopfbruststück folgt ein meist langgestrecktes, aus einer grösseren Zahl von Segmenten zusammengesetztes Abdomen, welches sich nach dem hinteren Körperende verjüngt und mit einem flachen oder stachelförmig ausgezogenen Telson endet. Die Entwicklung und die innere Organisation von Limulus hat Vieles mit den Arachnoideen gemeinsam und durchläuft kein auf eine Nauplinsform zu beziehendes Stadium, durch dessen Vorhandensein die Zugehörigkeit desselben zu den Crustaceen erwiesen sein würde.

1. Ordnung. **Merostomata** [1]**, Merostomen.**

Mit fünf Gliedmassenpaaren an dem relativ kurzen Cephalothorax, mit langgestrecktem, aus meist zwölf Segmenten zusammengesetztem gliedmassenlosen Abdomen, welches mit flachem oder stachelförmigem Telson abschliesst.

Der gewaltige Körper der (von Woodward mit den Poecilopoden vereinigten) *Eurypteriden*, wie die wichtigste Familie der Merostomen nach der Gattung *Eurypterus* bezeichnet wird, besteht aus einem Kopfbrustschild mit medianen Ocellen nebst grossen vortretenden zusammengesetzten Seitenaugen und diesem angeschlossen aus einem Abdomen mit zahlreichen (meist 12) Segmenten, welche nach hinten an Länge zunehmen und mit einem kurzen, in einen Stachel (*Eurypterus*) oder in eine Platte (*Pterygotus*) auslaufenden Schwanzschild abschliessen. An der Unterseite des Kopfbrustschildes liegen um den Mund fünf langgestreckte bestachelte Beinpaare, von denen das letzte, bei Weitem grösste mit breiter Ruderflosse endet. Einige der vorderen Gliedmassen können auch mit einer Scheere bewaffnet sein. Hinter der Mundöffnung findet sich eine einfache als Metastom bezeichnete Platte. Auffallend ist die Annäherung der echten Eurypteriden in ihrer allgemeinen Körperform an die Scorpioniden, während die Gattung *Hemiaspis* zu den Poecilopoden hinführt. Die wichtigsten Formen sind: *Eurypterus pygmaeus* Salt., devonisch (Fig. 463); *Pterygotus anglicus* Ag., vier Fuss lang, aus dem oberen Silur und aus dem unteren Devon Schottlands.

Fig. 463.



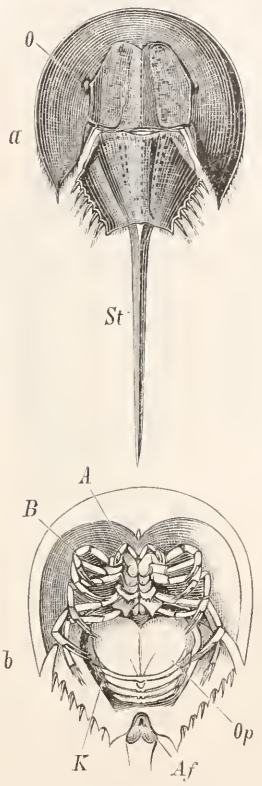
Eurypterus remipes, nach Nieszkowski. *a* Rückenansicht, *b* Bauchansicht. *O* Augen, *St* Schwanzstachel, *H* Hypostom.

[1]) Woodward, Monograph of the Brit. fossil Crustacea belonging to the order of Merostomata. P. I und II. Palaeont. soc. of London, 1866—1869. Derselbe, On some points in the structure of the Xiphosura having reference to their relationship with the Eurypteridae. Quaterl. Journ. geol. Soc. of London, 1867, sowie 1871.

2. Ordnung. **Xiphosura** [1]) **(Poecilopoda), Schwertschwänze.**

Mit grossem schildförmigen Cephalothorax, welchem sechs Gliedmassenpaare entspringen, und gelenkig abgesetztem, fünf lamellöse Fusspaare tragendem Abdomen, welches mit einem langen beweglichen Schwanzstachel endet.

Fig. 464.



a Limulus moluccanus, vom Rücken gesehen, nach Huxley. *O* Augen, *St* Schwanzstachel. — *b L. rotundicauda*, nach M. Edwards. Bauchansicht. *A* Antennen, *B* die Füsse mit ihren Coxalkiefern, *K* Kiemen, *Op* Operculum, *Af* After.

Der grosse, mit festem Chitinpanzer bedeckte Körper dieser Thiere zerfällt in ein gewölbtes Kopfbrustschild und ein flaches, fast sechsseitiges Abdomen, welchem sich noch ein schwertförmiger beweglicher Schwanzstachel anschliesst. Das erste bildet die weit grössere Vorderhälfte des Leibes und besitzt auf seiner gewölbten Rückenfläche zwei grosse zusammengesetzte Augen und weiter nach vorne, der convexen Stirnfläche zugekehrt, zwei kleinere, der Medianlinie mehr genäherte Nebenaugen. Auf der unteren Seite desselben entspringen sechs Paare von Gliedmassen, von denen das vordere schmächtig bleibt und nach seiner Lage vor der Mundöffnung als ein Fühlerpaar anzusehen ist, obwohl es ebenso wie die nachfolgenden Beinpaare mit einer Scheere endet. Diese umstellen rechts und links die Mundöffnung und dienen in ihren Coxalgliedern zugleich als Mundtheile zur Zerkleinerung der Nahrung. Dazu kommt am Ende des Cephalothorax ein Paar plattenförmiger Anhänge, welche, in der Mittellinie verbunden, eine Art Deckel für die Kiemenanhänge des Abdomens herstellen. Die Form dieser Kiemendeckplatte (Operculum) bietet bei den asiatischen und amerikanischen Limulusarten constante Abweichungen, indem das Mittelstück derselben bei den ersteren ungetheilt ist, bei den letzteren aus zwei Gliedern besteht. (Fig. 464.)

Der schildförmige Hinterleib, welcher mittelst eines queren Gelenkes am Kopfschilde in der Richtung vom Rücken nach dem Bauche bewegt wird, ist jederseits mit beweglichen pfriemenförmigen Stacheln bewaffnet und trägt auf seiner ventralen Fläche fünf Paare lamellöser Beine, welche von dem am Ende des Cephalothorax entspringenden Plattenpaare fast vollständig bedeckt

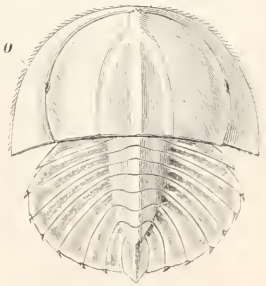
[1]) A. J. Packard, The Development of Limulus Polyphemus. Soc. of nat. hist., 1870. Derselbe. The anatomy, histology and embryology of Limulus polyphemus. Mem. Boston Society Natural History. Boston 1880. A. M. Edwards, Recherches sur l'anatomie des Limules. Ann. sc. nat., V. sér., Tom. XVII, 1872—1873. E. Ray Lankester, Limulus an Arachnid. Quarterl. Journ. of microsc. Science. Vol. XXI, 1881.

werden. Die Beine dienen sowohl zum Schwimmen, als zur Respiration, da an ihnen die Kiemenblätter liegen.

Die innere Organisation erlangt bei der bedeutenden Körpergrösse eine verhältnissmässig hohe Entwicklung. Am *Nervensystem* unterscheidet man einen breiten Schlundring, dessen vordere Partie als *Gehirn* die Augennerven entsendet, während aus den seitlichen Theilen des ersteren die sechs Nervenpaare der Antennen und Beine entspringen, ferner eine untere Schlundganglienmasse mit drei Quercommissuren und einem gangliösen Doppelstrang, welcher Aeste an die Bauchfüsse abgibt und mit einem Doppelganglion im Abdomen endet.

Der *Verdauungscanal* besteht aus Oesophagus, Kaumagen und einem geradgestreckten, mit einer Leber (*Hepatopancreas*) in Verbindung stehenden Magendarm, welcher vor der Basis des Schwanzstachels im After ausmündet. Ansehnliche rothe Drüsenschläuche, welche jederseits im Cephalothorax liegen und im jugendlichen Thiere am fünften Gliedmassenpaare ausmünden, wurden als *Coxaldrüsen* beschrieben, und Segmentalorganen oder Nephridien gleichgestellt.

Fig. 465.



Embryo von *Limulus* im Trilobitenstadium, nach A. Dohrn
O Auge.

Das Herz ist ein langgestrecktes, von acht Paaren durch Klappen verschliessbarer Spaltöffnungen durchbrochenes Rückengefäss und führt in Arterien, welche sich bald in lacunäre Blutbahnen fortsetzen. Von der Basis der Kiemen führen zwei venöse Räume das Blut nach dem Pericardialsinus zurück. Als Respirationsorgane fungiren fünf Paare von an den Bauchfüssen gelegenen Kiemen, welche aus einer sehr grossen Anzahl dünner, wie die Blätter eines Buches nebeneinander liegender Lamellen bestehen.

Die verästelten Ovarien vereinigen sich zu zwei Eileitern, welche an der unteren Seite des vorderen deckelartigen Beinpaares mit zwei getrennten Oeffnungen ausmünden; an gleicher Stelle liegen beim Männchen, dessen vordere Brustfüsse mit einfachen Klauen enden, die Oeffnungen der beiden Samenleiter.

Ueber die Entwicklung ist bekannt, dass die Jungen noch ohne Schwanzstachel, auch oft ohne die drei hinteren Kiemenfusspaare das Ei verlassen. Man hat dieses Stadium wegen der Trilobitenähnlichkeit treffend das Trilobitenstadium genannt. (Fig. 465.) An dem Kopfschild erhebt sich Glabellaähnlich ein wulstförmiges Mittelstück, das auch an den Abdominalsegmenten wiederkehrt, von denen das letzte zwischen den Seitentheilen die kurze Anlage des Schwanzstachels umfasst. In dem nachfolgenden Stadium kommt der Schwanzschild und der Schwanzstachel zur Ausbildung.

Die ausgewachsenen Thiere erreichen die Länge von mehreren Fuss und leben ausschliesslich in den warmen Meeren sowohl des indischen Archipels, als an den Ostküsten Nordamerikas. Sie halten sich in einer Tiefe von 2 bis 6 Faden auf und wühlen im Schlamme unter abwechselndem Beugen und

Strecken des Kopf- und Schwanzschildes und des Schwanzstachels. Als Nahrung dienen vornehmlich Nereiden. Versteinert finden sie sich besonders im Sohlenhofener lithographischen Schiefer, aber auch in den älteren Formationen bis zum Uebergangsgebirge. *Limulus moluccanus* Latr., Ostindien. *L. polyphemus* L., Ostküste Nordamerika's.

Den Merostomen und Xiphosuren schliessen sich die *Trilobiten* [1]) an, deren systematische Stellung zur Zeit noch keine sichere Bestimmung gestattet. Dieselben lebten nur in den ältesten Perioden der Erdbildung und sind uns leider, obwohl in grossem Formenreichthum und in sonst vortrefflichem Zustande, doch nur unter solchen Verhältnissen versteinert erhalten, dass die Unterseite des Körpers und mit ihr die Beschaffenheit der Gliedmassen der Untersuchung nahezu unzugängig bleibt, somit also diejenigen Charaktere verschlossen bleiben, welche allein über die Verwandtschaftsbeziehungen Entscheidung geben könnten. Folgt auch aus dieser Art der Erhaltung die weichhäutige Beschaffenheit der Beinpaare [2]), so ist doch der Schluss Burmeister's auf die Uebereinstimmung derselben mit denen der Phyllopoden nicht gerechtfertigt.

Fig. 466.

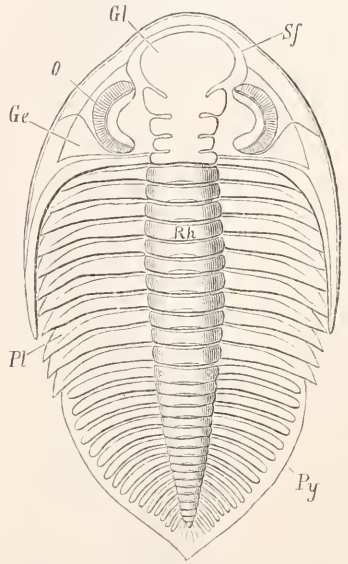


Diagramm von *Dalmanites*, nach Pictet. *Gl* Glabella, *Sf* grosse Naht (Gesichtsnaht), *O* Auge, *Ge* Wangen (Genae). *Rh* Rhachis (Tergum), *Pl* Pleurae, *Py* Pygidium.

An dem häufig einrollbaren, von dickem Schalenpanzer bedeckten Körper, welcher durch zwei parallele Längsfurchen in einen erhöhten Mitteltheil (*Rhachis*) und zwei Seitentheile (*Pleurae*) zerfällt und nur selten eine bedeutende Grösse erlangt, unterscheidet man einen vorderen, halbkreisförmig gewölbten Abschnitt als Kopf oder auch wohl als Kopfbruststück und eine Anzahl scharf abgesetzter Rumpfsegmente, welche theils dem Thorax, theils dem Abdomen zugehören und durch ein grösseres schildförmiges Schwanzstück, *Pygidium*, beschlossen werden. (Fig. 466.) Am Rande des Pygidiums schlägt

[1]) Burmeister, Die Organisation der Trilobiten etc. Berlin, 1843. Beyrich, Untersuchungen über Trilobiten. Berlin, 1845—1846. J. Barrande, Système silurien du centre de la Bohème. Prague, 1852. S. W. Salter, A monograph of British Trilobites. London, 1864—1866. C. D. Walcott, The Trilobite: new and old evidence relating to its organisation. Bulletin of the Museum of comp. Zoology. Cambridge, 1881.

[2]) Neuerdings hat man an der Bauchseite eines *Asaphus* Theile von Extremitäten beobachtet (Notes on some specimens of Lower Silurian Trilobites by E. Billings, sowie Note on the Palpus and other Appendages of Asaphus etc. by H. Woodward, Quarterl. Journ. of the Geolog. Soc., London, 1870), deren Vorhandensein durch die Arbeiten von Walcott bestätigt wurde. Doch ist mit dem bisher Bekanntgewordenen über die Verwandtschaft der Trilobiten keine sichere Entscheidung möglich.

sich der Panzer der Oberseite nach der Bauchseite um und lässt nur den Mitteltheil der letzteren zwischen den scharf begrenzten Rändern des Schildumschlages frei. Die Seitentheile, „*Genae*“, des Kopfes, dessen Mittelabschnitt als „*Glabella*“ besonders vorspringt, tragen meist auf zwei Erhebungen grosse Facettenaugen und ziehen sich oft in zwei sehr lange, nach hinten gerichtete Stacheln aus, während sie nach der Bauchfläche zu ebenfalls Duplicaturen bilden. Ausser einer der Unterlippe von Apus vergleichbaren Platte (Untergesicht, Hypostoma) hat man keinerlei Mundwerkzeuge an der Ventralfläche des Kopfes sicher nachgewiesen. Die Rumpfsegmente, deren Zahl zwar mannigfach variirt, aber doch für den ausgebildeten Zustand der einzelnen Arten bestimmt ist, zeigen an ihren Seitentheilen ebenfalls ventrale, meist eigenthümlich gestreifte Umbiegungen, sowie mannigfach gestaltete flügelförmige Fortsätze und spitze lange Stacheln. Die Trilobiten waren Bewohner des Meeres und lebten wahrscheinlich an seichten Plätzen in der Nähe der Küsten in Schwärmen zusammen; ihre Ueberreste repräsentiren mit die ältesten thierischen Organismen und finden sich vorzugsweise in Böhmen, Schweden, Russland etc. schon in den untersten Schichten des Uebergangsgebirges. Nach der Beschaffenheit des Kopfes, besonders der Glabella, nach der Form des Pygidiums und nach der Zahl der Rumpfglieder hat man zahlreiche Familien unterschieden. Die wichtigsten Gattungen sind: *Calymena Blumenbachii* Brongn., *Olenus gibbosus* Wahlb., *Ellipsocephalus Hoffii* Schlotth., *Asaphus expansus* Wahlb., *Paradoxides* Brongn.

II. Classe. Arachnoidea[1]), Arachnoideen.

Luftathmende Arthropoden mit Cephalothorax, ohne Fühler, mit zwei Kieferpaaren, vier Beinpaaren und gliedmassenlosem Abdomen.

Die Arachnoideen variiren in ihrer Leibesgestalt ausserordentlich. Kopf und Brust sind zwar stets zu einem kurzen Cephalothorax verschmolzen, allein das Abdomen verhält sich sehr verschieden. Bei den *Scorpionen* sitzt das langgestreckte Abdomen dem Cephalothorax in ganzer Breite an und zerfällt in ein breites, segmentirtes Praeabdomen und ein schmales, ebenfalls segmentirtes, sehr bewegliches Postabdomen. Bei den Spinnen (*Araneiden*) ist der kugelig aufgetriebene Hinterleib ungegliedert und mittelst eines kurzen Stieles dem Cephalothorax angefügt, bei den Milben oder *Acarinen* gleichfalls ungegliedert, jedoch mit dem Kopfbruststück verschmolzen. Bei den *Pentastomiden* streckt sich der gesammte Leib zu einem geringelten wurmartigen Körper mit vier

[1]) C. A. Walckenaer et P. Gervais, Histoire naturelle des Insectes Aptères. 3 Vols. Paris, 1837—1844. Hahn und Koch, Die Arachniden, getreu nach der Natur abgebildet und beschrieben. Nürnberg, 1831—1849. E. Blanchard, Organisation du règne animal. Arachnides. Paris, 1860. Newport, On the structure, relations and development of the nervous and circulatory systems in Myriapoda and macrourous Arachnida. Phil. Transact. 1843. J. Mac Leod, Recherches sur la structure et la signification de l'appareil respiratoire des Arachnides. Archiv. de Biolog. Tom. V, 1884.

paarig gestellten Klammerhaken anstatt der Extremitätenpaare, so dass man diese Thiere als Zungenwürmer bezeichnen und bei ihrem parasitischen Aufenthalte den Eingeweidewürmern unterordnen konnte.

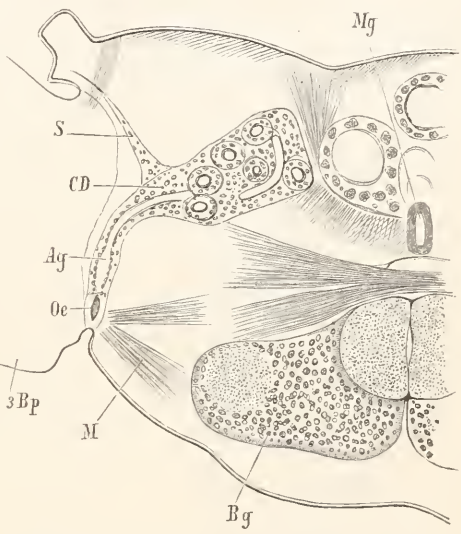
Die grossen und hochorganisirten Scorpione sind als die ältesten Arachnoideen zu betrachten und stammen wahrscheinlich von den kiemenathmenden Gigantostraken ab. Die übrigen Gruppen ergeben sich sowohl der Grösse als der Organisation nach als in verschiedenem Masse reducirte und zum Theil in Folge von Parasitismus bedeutend herabgesunkene Formenreihen.

Charakteristisch ist die durchgreifende Reduction des Kopfabschnittes, welchem wahre Fühler fehlen und nur zwei zu Mundwerkzeugen verwendete Extremitätenpaare angehören. Man hat zwar die vorderen, zu Kiefern verwendeten Gliedmassen des Kopfes als umgebildete Fühler betrachtet und *Kieferfühler* (*Cheticeren*) genannt, indessen sind dieselben mit besserem Rechte dem ersten Rumpfgliedmassenpaare (zweiten Antennen) gleichzustellen, da ihre Nerven nicht im Gehirne, sondern in der unteren Schlundganglienmasse wurzeln und überdies das zugehörige Ganglion in der embryonalen Anlage dem ersten postoralen Segmente zugehört. Diese Oberkiefer oder Kieferfühler sind entweder *Scheerenkiefer*, wenn das klauenförmige Endglied gegen einen Fortsatz des vorausgehenden Gliedes bewegt wird (Scorpione, zahlreiche Milben), oder *Klauenkiefer*, wenn dasselbe einfach nach abwärts oder einwärts geschlagen wird (Spinnen). Es können aber auch die Kieferfühler Stilete bilden, die dann von den Laden der Unterkiefer wie von zwei Halbrinnen röhrenartig umschlossen werden (Milben). Der Unterkiefer, das zweite Gliedmassenpaar des Kopfes, besteht aus einer Kieferlade als Grundglied und einem *Kiefertaster*, welcher häufig die Form und Gliederung eines Beines erhält. Dieser endet entweder klauenlos, oder als *Klauentaster* mit einer Klaue oder als *Scheerentaster* mit einer Scheere (Scorpione). Bei den echten Spinnen schiebt sich zwischen die beiden Laden der Unterkiefer noch eine demselben Segmente angehörige unpaare Platte als Unterlippe ein. Die vier nachfolgenden Gliedmassenpaare der Brust sind die zur Ortsbewegung verwendeten Beine, von denen das erste zuweilen eine abweichende Form erhält, sich tasterartig verlängert (Pedipalpen) und mit seinem Basalglied sogar als Kiefer fungiren kann. Die Beine bestehen aus sieben oder auch sechs Gliedern, welche bei den höheren Formen analog den Abschnitten des Insectenbeines bezeichnet werden.

Die innere Organisation der Arachnoideen zeigt kaum geringere Differenzen als die der Crustaceen. Am *Nervensysteme* sind Gehirn und Bauchmark nicht immer scharf getrennt und liegen bei stark verkürzten Commissuren nicht hinter, sondern über einander. Bei den Milben können beide so eng verbunden sein, dass sie eine gemeinschaftliche Ganglienmasse um den Schlund darstellen (Milben). Bei den Pentastomiden ist das Gehirn auf eine bandförmige Querbrücke über dem Schlunde reducirt, in den höheren Formengruppen aber von ansehnlichem Umfang. Vom Gehirne entspringen die Augennerven, während die Nerven der Kieferfühler in dem vorderen an die Commissur emporgerückten unteren Schlundganglion

wurzeln. Eingeweidenerven sollen bei den Spinnen und Scorpionen vorhanden sein. Von *Sinnesorganen* treten Augen auf, welche niemals zusammengesetzte Augen mit facettirter Hornhaut darstellen, sondern als unbewegliche Punktaugen, der Zahl nach zwischen 2 und 12 schwankend, in symmetrischer Weise auf der Scheitelfläche des Kopfbrustschildes vertheilt sind. Gehörorgane wurden bislang nicht nachgewiesen, wohl aber Tast- und Spürorgane. Der *Verdauungscanal* erstreckt sich in gerader Richtung vom Mund zum hinteren Körperende und zerfällt in einen engen Oesophagus und einen weiteren Magendarm, welcher in der Regel seitliche Blindsäcke trägt. Der letztere gliedert sich wiederum bei den Spinnen und Scorpionen in einen vorderen erweiterten Abschnitt, den sogenannten Magen, und in den Darm ab. Als Anhangsdrüsen des Darmes finden sich *Speicheldrüsen*, bei den Spinnen und Scorpionen eine aus zahlreichen verästelten Canälen zusammengesetzte *Leber* und mit seltenen Ausnahmen (Phalangiiden) am Enddarm *Malpighi'sche Gefässe* als *Harnorgane*. Neben denselben kommen aber noch als Nephridien zwei den Segmentalorganen gleichwerthige Drüsen in Betracht, welche, unter der Bezeichnung *Coxaldrüsen* beschrieben, als lange in Windungen zusammengelegte Röhrchen sich durch die Seiten des Thorax erstrecken und zwischen dem dritten und vierten Beinpaare ausmünden (Fig. 467), meist aber am ausgebildeten Thiere rückgebildet zu sein scheinen und nur noch als Rudimente ohne Ausmündung erhalten sind.

Fig. 467.



Senkrechter Querschnitt durch den Cephalothorax eines jungen *Atypus*. *CD* Coxaldrüse, *Ag* Ausführungsgang derselben mit der Spaltöffnung (*Oe*) hinter dem dritten Beinpaare (*3Bp*), *S* Suspensorium derselben, *M* Muskeln, *Bg* Brustganglienmasse, *Mg* Saugmagen.

Die Organe des *Kreislaufes* und der *Respiration* zeigen ebenfalls sehr verschiedene Grade der Ausbildung und fallen nur bei den niedersten Milben vollständig hinweg. Das Herz liegt im Abdomen als langgestrecktes, mehrkammeriges Rückengefäss mit seitlichen Spaltöffnungen zum Eintritt des Blutes und häufig mit Aorten am vorderen und hinteren Ende, zu denen bei den Scorpionen noch seitliche verzweigte Gefässstämme hinzukommen. Die *Respirationsorgane* sind innere Lufträume, welche entweder als *Tracheen* die Form vielfach verzweigter Röhren besitzen, oder hohle Lamellen (*Fächertracheen*, sogenannte *Lungen*) darstellen, die in grosser Zahl wie die Blätter eines Buches nebeneinander liegen und, miteinander durch Trabekeln verbunden, die Gestalt eines Sackes darbieten. Stets werden die Lufträume durch eine feste innere Chitin-

membran, die sich in den Tracheen zu einem spiraligen Faden verdickt, offen erhalten, so dass die Luft durch die paarigen Mündungen (*Stigmata*) der Tracheen oder Lungen am Anfange des Abdomens eintreten und sich bis in die feinsten Verzweigungen ausbreiten muss.

Die Arachnoideen sind getrennten Geschlechtes. Die Männchen unterscheiden sich häufig schon durch äussere Geschlechtsmerkmale, so durch ihre geringere Körpergrösse, durch den Besitz von Haftorganen (Milben) oder durch Umgestaltung gewisser Gliedmassen. Ihre Geschlechtsorgane bestehen aus einem paarigen oder unpaaren Hoden, dessen Samenleiter vor ihrer getrennten oder gemeinsamen Ausmündung an der Basis des Hinterleibes oft noch die Ausführungsgänge accessorischer Drüsen aufnehmen. Copulationsorgane am Ende der Geschlechtsöffnungen fehlen in der Regel, während entfernt liegende Extremitäten, wie die Kiefertaster der Spinnen, bei der Begattung zur Uebertragung des Spermas dienen. Die weiblichen Geschlechtsorgane sind paarige oder unpaare Drüsen, meist von traubiger Form, mit paarigen Oviducten, welche vor ihrer getrennten oder gemeinsamen Mündung am Anfange des Abdomens meist zu einem Samenbehälter anschwellen und ebenfalls mit accessorischen Drüsen in Verbindung treten. Selten (*Phalangium*) findet sich eine lange, vorstreckbare Legeröhre.

Nur wenige Arachnoideen gebären lebende Junge (Scorpione und einige Milben), die meisten legen Eier ab, die sie zuweilen in Säcken bis zum Ausschlüpfen der Jungen mit sich herumtragen. In der Regel haben die ausgeschlüpften Jungen bereits die Körperform der ausgewachsenen Thiere, indess fehlen bei den meisten Milben noch ein, seltener zwei Beinpaare, die erst mit den nachfolgenden Häutungen auftreten; die Entwicklung der Pycnogoniden, Pentastomen und Hydrachneen (Wassermilben), welche letztere ein puppenähnliches, ruhendes Stadium durchlaufen, ist eine complicirte Metamorphose.

Fast alle Arachnoideen nähren sich von thierischen, wenige von pflanzlichen Säften, zu denen sie auf der niedersten Stufe als Parasiten Zugang finden. Die grösseren, höher organisirten Formen bemächtigen sich selbstständig als Raubthiere der lebenden, vorzugsweise aus Insecten und Spinnen bestehenden Beute und besitzen meist Giftwaffen zum Tödten derselben. Viele bauen sich mittelst Secretes von Spinndrüsen Gewebe und Netze, in denen sich die zur Nahrung dienenden Thiere verstricken. Die meisten halten sich den Tag über unter Steinen und in Verstecken auf und kommen erst am Abend und zur Nachtzeit aus den Schlupfwinkeln zum Nahrungserwerbe hervor.

1. Ordnung. **Scorpionidea**[1]**, Scorpione.**

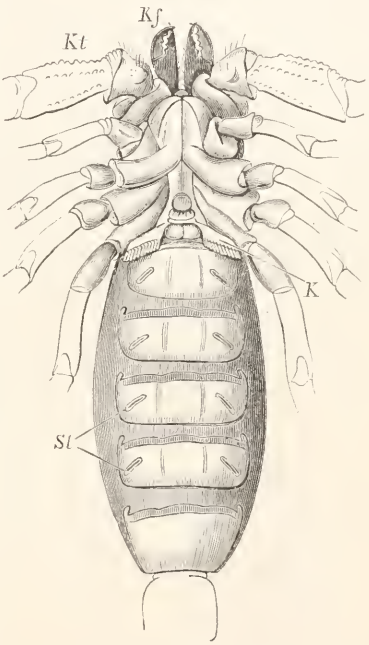
Mit scheerenförmigen Kieferfühlern und beinförmig verlängerten, scheerenförmigen Kiefertastern, mit siebengliedrigem Praeabdomen und sechsgliedrigem

[1]) P. Gervais, Remarques sur la famille de scorpions et description de plusieurs espèces nouvelles etc. Arch. du musée d'hist. nat. IV. Newport, On the structure, relations and development of the nervous and circulatory systems in Myriapoda and

verengerten Postabdomen, mit Giftstachel am Schwanzende und mit vier Paaren von Fächertracheen oder Lungen.

Die Scorpione haben durch ihre gewaltigen Scheerentaster und ihren festen Körperpanzer eine gewisse Aehnlichkeit mit den zehnfüssigen Schalenkrebsen. (Fig. 468.) Dem gedrungenen Kopfbruststück schliesst sich ein langgestrecktes Abdomen an, welches in ein walzenförmiges siebengliedriges Praeabdomen und ein sehr enges, nach oben emporgehobenes sechsgliedriges Postabdomen zerfällt, an dessen Ende sich ein gekrümmter, mit zwei Giftdrüsen versehener Giftstachel erhebt. Die Kieferfühler sind dreigliedrige Scheerenfühler, die Kiefertaster enden mit aufgetriebenem Scheerengliede, während das Basalglied mit breiter Mahlfläche als Lade dient. Die vier Beinpaare sind kräftig entwickelt und enden mit Doppelkrallen. In der inneren Organisation erheben sich die Scorpione zur höchsten Stufe unter allen Arachnoideen.

Fig. 468.



Cephalothorax und Praeabdomen von *Scorpio africanus* (règne animal). *Kf* Kieferfühler, *Kt* Kiefertaster, *K* kammförmige Anhänge, *St* Stigmen.

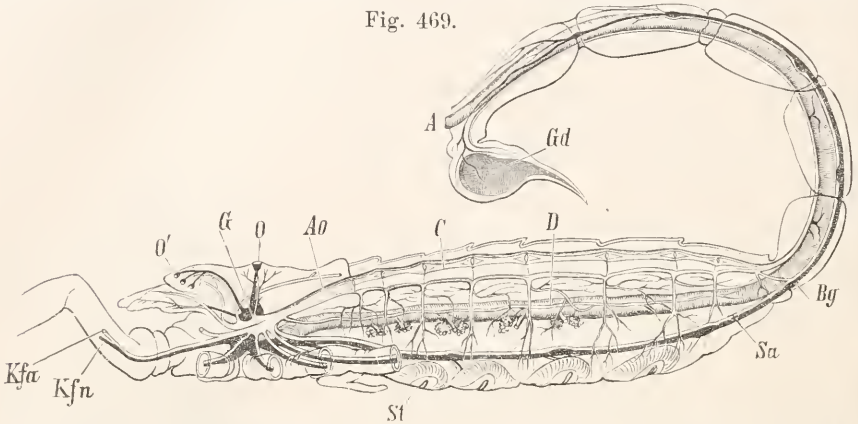
Das *Nervensystem* besteht aus einem zweilappigen Gehirn, einer grossen ovalen Brustganglienmasse und sieben bis acht kleineren Ganglienanschwellungen des Abdomens, von denen die vier letzten dem Postabdomen zugehören. (Fig. 469.) Als Eingeweidenervensystem betrachtet man ein kleines, am Anfange des Schlundes gelegenes Ganglion, welches durch Fäden mit dem Gehirn verbunden ist und Nerven zum Darmcanal entsendet. Als Sinnesorgane kommen hauptsächlich Augen in Betracht, welche als zweischichtige Punktaugen zu drei bis sechs Paaren in der Weise vertheilt sind, dass das bei Weitem grösste Paar auf der Mitte des Cephalothorax, die übrigen rechts und links an den Seiten des Stirnrandes liegen. Die beiden Mittelaugen besitzen aber insofern eine abweichende Structur, als unter ihrer Cornealinse die Retinazellen in gleichartigen den Retinulae der Facettenaugen ähnlichen Gruppen nebeneinander stehen.

Der *Darmcanal* bildet ein enges gerades Rohr, welches im Praeabdomen von der umfangreichen, vielfach gelappten Leber umgeben wird und am vorletzten Hinterleibsringe ausmündet. Als Excretionsorgane fungiren zwei Malpighi'sche Gefässe. Dazu kommt ein Paar Coxaldrüsen, welche in der embryonalen Entwicklung sehr frühe auftreten und am dritten Beinpaare ausmünden.

macrourous Arachnida. Philos. Transactions, 1843. L. Dufour, Histoire anatomique et physiologique des Scorpions. Mém. prés. à l'acad. des sciences XIV, 1856. E. Metschnikoff, Embryologie des Scorpions. Zeitschr. für wiss. Zool., 1870.

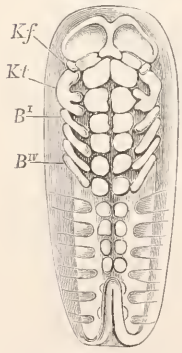
Der *Kreislauf* verhält sich am complicirtesten in der ganzen Classe, doch erscheinen auch hier wie bei den Decapoden besondere Blutsinus der Leibeshöhle in das Gefässsystem eingeschoben. Das gestreckte, in acht Kammern getheilte und durch Flügelmuskeln befestigte Rückengefäss wird von einem Pericardialsinus umgeben und nimmt aus diesem das Blut durch acht Paare von Spaltöffnungen auf, um dasselbe durch eine vordere und hintere, sowie durch seitliche Arterien nach den Organen hinzuleiten. Unter den der Kopfaorta entspringenden Gefässen tritt eine supraneurale, längs des Bauchmarks verlaufende Arterie an Umfang hervor. (Fig. 469.) Die feineren Arterienenden scheinen durch Capillaren in die Anfänge der venösen Bahnen zu führen, aus denen sich das Blut in einem der Bauchwand dicht aufliegenden Behälter sammelt. Von diesen strömt das Blut nach den Athmungsorganen und durch venöse Bahnen in den Pericardialsinus nach dem Herzen zurück.

Fig. 469.



Durchschnitt durch den Körper eines Scorpions nach Newport. *C* Herz, *Ao* Aorta, *G* Gehirn, *O* Mittelauge, *O'* Stirnaugen der einen Seite, *D* Darmcanal mit den Leberschläuchen, *Sa* Supraneuralarterien, *Bg* Bauchganglienkette, *Kfn* Nerv des Kiefertasters, *Kfa* Arterie desselben, *St* Stigmen der Fächertracheen, *A* After, *Gd* Giftdrüse.

Fig. 470.



Embryo eines Scorpions, nach E. Metschnikoff. *Kf* Kieferfühler, *Kt* Kiefertaster, B^{I} bis B^{IV} die vier Paar Brustbeine. Auch am Abdomen finden sich Beinstummel.

Die *Respiration* erfolgt durch vier Paare von Fächertracheen, welche mit ebensoviel Stigmenpaaren an dem dritten bis sechsten Abdominalsegmente sich öffnen und nur aus verhältnissmässig wenigen platten Röhren gebildet sind. Männliche und weibliche Geschlechtsorgane münden an der Basis des Abdomens unter zwei eigenthümlichen kammförmigen Anhängen, den Gliedmassenresten am zweiten Abdominalsegment, welche als Tast- und Spürorgane dienen. Die Männchen zeichnen sich vor den Weibchen durch breitere Scheeren und ein längeres Postabdomen aus. Die Weibchen sind lebendig gebärend. Die Entwicklung des Eies erfolgt in den Ovarien, und besitzen die Embryonen auch am Praeabdomen Anlagen von Beinpaaren. (Fig. 470.)

Die Scorpione leben in wärmeren Gegenden und kommen zur Dämmerungszeit aus ihren Verstecken hervor. Sie laufen mit über dem Rücken emporge-

hobenem Postabdomen, ergreifen die zur Nahrung dienenden Thiere, besonders Spinnen und grössere Insecten, mit den kräftigen Scheerentastern und tödten sie durch das mit dem Stiche in die Wunde einfliessende Gift der terminalen Giftdrüse. Einzelne Arten erlangen eine sehr bedeutende Grösse und können selbst den Menschen durch ihren Stich tödtlich verletzen.

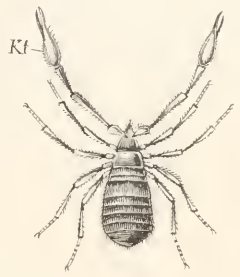
Fam. *Scorpionidae*. *Scorpio europaeus* Schr. Mit nur sechs Augen und von geringerer Grösse. Italien über Tirol bis Krems. *Androctonus occitanus* Am., *Buthus afer* L.

2. Ordnung. **Pseudoscorpionidea** [1]**, Afterscorpione.**

Von geringer Grösse, Scorpioniden-ähnlich, ohne Schwanzstachel und Giftdrüse, mit Spinndrüsen, durch Tracheen athmend.

Nicht nur durch ihre viel geringere Grösse, sondern durch eine weit einfachere Organisation weichen die Afterscorpione von den Scorpionen ab und verhalten sich zu diesen gewissermassen wie die Milben zu den Spinnen. In ihrer Gestalt gleichen sie den Scorpionen, mit denen sie auch die Bildung der Kieferfühler und der Scheerentaster gemeinsam haben. Dagegen verengert sich der gegliederte Hinterleib nicht zur Bildung eines verjüngten Postabdomens und entbehrt des Schwanzstachels nebst Giftdrüse. (Fig. 471.) Alle besitzen Spinndrüsen, deren Ausführungsgänge in der Nähe der Geschlechtsöffnungen am zweiten Hinterleibsringe liegen. Sie besitzen nur zwei oder vier Ocellen und athmen durch Tracheen, welche mit zwei Paaren von Stigmen an den beiden ersten Hinterleibsringen beginnen. Die Afterscorpione halten sich unter Baumrinde, Moos, zwischen den Blättern alter Folianten etc. auf, laufen schnell seitlich und rückwärts und ernähren sich von Milben und kleinen Insecten.

Fig. 471.



Chelifer Braraisii (règne animal). *Kt* Kiefertaster.

Fam. *Chernetidae*. *Chelifer cancroides*, L., Bücherscorpion, mit zwei Augen. *Obisium ischnosceles* Herm., mit vier Augen. *Chthonius trombidioides* Latr., *Chernes* Menge, augenlos.

3. Ordnung. **Solifugae** [2]**, Walzenspinnen.**

Spinnenartige Thiere mit gesondertem Kopf und Thorax, mit langgestrecktem, gegliedertem Hinterleib, scheerenförmigen Kieferfühlern und beinartigen Kiefertastern, durch Tracheen athmend.

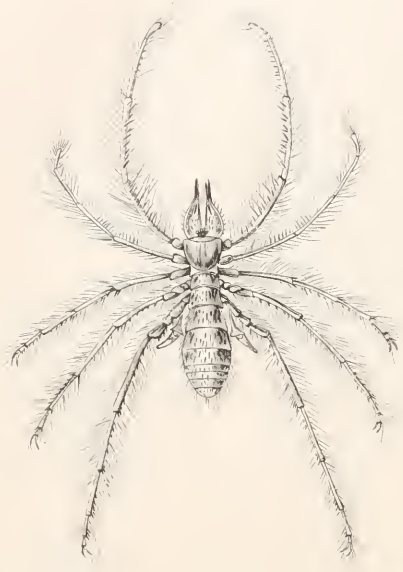
---

[1]) W. E. Leach, On the characters of Scorpionidea, with description of the British species of Chelifer and Obisium. Zool. Miscell. III. A. Menge, Ueber die Scheerenspinnen. Neueste Schriften der naturforsch. Gesellschaft zu Danzig, Tom. V, 1855. L. Koch, Uebersichtliche Darstellung der europäischen Chernetiden. Nürnberg, 1873.

[2]) L. Dufour, Anatomie, physiologie et histoire naturelle des Galéodes. Comptes rendus de l'acad. des sciences XLVI. 1858. Th. Hutton, Observations on the habits of a large species of Galeodes. Ann. and Mag. of nat. hist. XII, 1843.

Die Walzenspinnen nähern sich in der Gliederung ihres dichtbehaarten Leibes den Insecten, indem ihr Cephalothorax in zwei Abschnitte getrennt erscheint, von denen der vordere dem Kopfe, der hintere dreigliedrige dem Thorax der Insecten verglichen werden kann. Von demselben hebt sich der langgestreckte walzige Hinterleib, in dessen Bildung neun bis zehn Segmente eingehen, scharf ab. (Fig. 472.) Die Mundwerkzeuge sind mächtige Kieferfühler, welche mit einer grossen, vertical gestellten Scheere enden, deren unterer Arm in senkrechter Richtung gegen den oberen bewegbar ist. Die Kiefertaster dienen bei der Bewegung als Beine, entbehren aber der Krallen, welche nur den drei hinteren, an ihrer Basis mit eigenthümlichen Hautblättchen besetzten Beinpaaren zukommen. Das vorderste, noch dem Kopfe zugehörige Beinpaar entbehrt der Krallen und kann deshalb, sowie wegen seines Ursprunges am Kopfe als ein zweites Paar von Kiefertastern gelten. Die Walzenspinnen besitzen zwei grosse vorstehende Punktaugen und athmen durch Tracheen, deren vier Spaltöffnungen zwischen dem ersten und zweiten krallentragenden Beinpaare und an der Unterfläche des Hinterleibes münden. Coxaldrüsen sind vorhanden und scheinen zeitlebens functionsfähig zu bleiben. Die Walzenspinnen leben in sandigen warmen Gegenden besonders der alten Welt als nächtliche Thiere und sind ihres Bisses halber gefürchtet.

Fig. 472.



Galeodes araneoides (règne animal).

Fam. *Solpugidae*. *Solpuga* (*Galeodes*) *araneoides* Pall., in den Steppen der Wolga und in Südrussland. Andere grössere Arten kommen in Afrika vor, auch sind einige Formen aus Amerika bekannt.

4. Ordnung. **Pedipalpi** [1]**, Scorpionspinnen.**

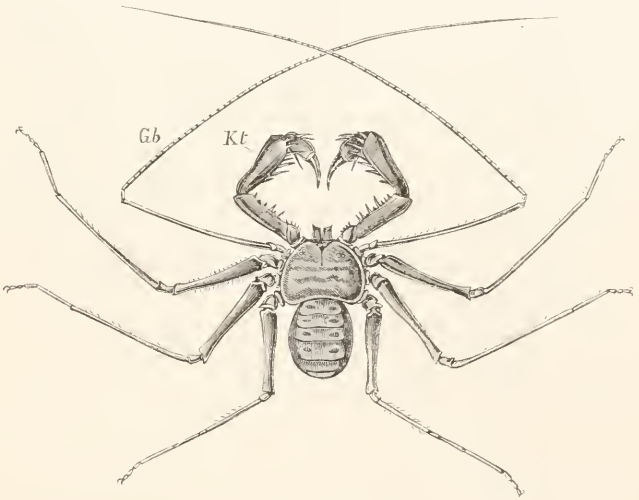
Von ansehnlicher Grösse, mit Klauenkiefern und geisselförmig verlängerten Vorderbeinen, mit scharf abgeschnürtem, elf- oder zwölfgliedrigem Hinterleib.

Die Scorpionspinnen oder Geisselscorpione (Fig. 473) schliessen sich in ihrem Körperbaue theilweise den Spinnen, theilweise den Scorpionen an. Der stets durch eine Einschnürung vom Kopfbruststück abgesetzte Hinterleib zerfällt in eine ziemlich beträchtliche Zahl von Segmenten, ohne ein breites Praeabdomen von einem dünnen, stielförmigen Postabdomen unterscheiden zu lassen.

[1]) H. Lucas, Essai sur une monographie du genre Thelyphonus. Magas. de Zool., 1835. J. v. d. Hoeven, Bijdragen tot de kennis van het geslacht Phrynus. Tijdschr. voor. nat. Geschied. IX. 1842.

Indessen erscheinen bei der den Scorpionen am nächsten stehenden Gattung *Thelyphonus* die drei letzten Segmente des Abdomens zu einer kurzen Röhre verengert, deren Ende sich in einen langen, gegliederten Fadenanhang fortsetzt. Die Kieferfühler sind stets Klauenkiefer und bergen wahrscheinlich wie bei den Spinnen eine Giftdrüse, da der Biss dieser Thiere sehr gefürchtet ist. Die Kiefertaster dagegen sind bald Klauentaster von bedeutender Stärke und mit mehrfachen Stacheln bewaffnet (*Phrynus*), bald wie bei den Scorpionen Scheerentaster (*Thelyphonus*). Stets erscheint das vordere Beinpaar sehr dünn und lang und endet mit einem geisselförmig geringelten Abschnitt. Die Geisselscorpione besitzen acht Augen, von denen zwei grössere in der Mitte des Kopfbruststückes sich erheben, während die drei kleineren Paare jederseits hinter dem Stirnrande angebracht sind. Sie athmen durch vier aus einer sehr grossen Zahl von lamellösen Röhren zusammengesetzte Lungensäcke, deren Spaltöffnungen jederseits am Hinterrande des zweiten und dritten Abdominalsegments liegen. In der Bildung des Darmcanals stehen sie den Scorpionen, in der des Nervensystems den Spinnen am nächsten. Die Gattung *Phrynus* ist lebendig gebährend. Alle bewohnen Tropengegenden der alten und neuen Welt.

Fig. 473.



Phrynus reniformis (règne animal). *Kt* Kiefertaster, *Gb* geisselförmiges Bein des ersten Paares.

Fam. *Phrynidae* mit den Charakteren der Ordnung *Phrynus* Oliv. Die grossen und breiten Kiefertaster sind mit mehrfachen Dornen bewaffnet und enden klauenförmig. Die Kauladen bleiben frei. Hinterleib flach, verhältnissmässig kurz, eilfringelig, ohne gegliederten Afterfaden. *Ph. reniformis* Latr., in Brasilien. (Fig. 473.) *Thelyphonus* Latr. Die Kiefertaster sind kürzer und enden scheerenförmig, ihre Kauladen in der Mittellinie verwachsen. Der langgestreckte zwölfringelige Hinterleib mit gegliedertem Afterfaden. *T. caudatus* Fabr., auf Java.

5. Ordnung. **Araneida**[1]**, Spinnen.**

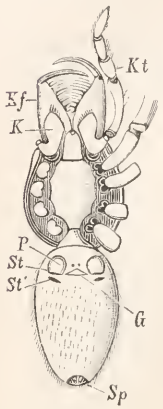
Arachnoideen mit Giftdrüsen in den klauenförmigen Kieferfühlern, mit beinförmigen Kiefertastern und gestieltem, ungegliedertem Hinterleib, mit vier oder sechs Spinnwarzen und vier oder zwei Fächertracheen (sogenannten Lungen).

Die Körperform der echten Spinnen erhält ihren eigenthümlichen Charakter durch den angeschwollenen, ungegliederten Hinterleib, dessen Basis stiel-

[1]) Ausser den Schriften von C. A. Walckenaer, Treviranus, C. J. Sundevall, Th. Thorell, Menge, Koch, Dugès, Lebert u. A. vergl.: E. Claparède, Recherches

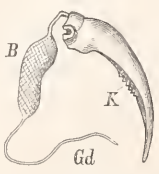
förmig eingeschnürt ist. (Fig. 474.) Die grossen Kieferfühler über dem Stirnrande bestehen aus einem kräftigen, an der Innenseite gefurchten Basalabschnitt und einem klauenförmigen einschlagbaren Endgliede, an dessen Spitze der Ausführungsgang einer Giftdrüse mündet. (Fig. 475.) Im Momente des Bisses fliesst das Secret dieser Drüse in die durch die Klaue geschlagene Wunde ein und bewirkt bei kleineren Thieren den fast augenblicklichen Tod. Hinter denselben folgt die mit einer Speicheldrüse versehene Oberlippe, dann zu deren Seite die Unterkiefer, welche ebenfalls eine Drüse in sich bergen. Diese tragen einen mehrgliedrigen Taster, dessen Endabschnitt beim Männchen eigenthümlich umgebildet ist (Fig. 487) und als Copulationsorgan fungirt. Nach unten wird die Mundöffnung von einer unpaaren Platte, einer Unterlippe, begrenzt. Die vier meist langen Beinpaare, deren Form und Grösse übrigens nach der verschiedenen Lebensweise vielfach abändern, enden mit zwei kammartig gezähnten Krallen, zu denen oft noch eine kleine Vorkralle und mehrere sogenannte Afterkrallen, sowie verschieden gestaltete gezahnte Borsten, Spatelhaare etc. kommen. (Fig. 476.) Der an seiner Basis stielförmig verengerte Hinterleib ist beim Weibchen stets grösser und aufgetriebener als beim Männchen; vorn an seiner Bauchfläche liegt die unpaare Geschlechtsöffnung, zu deren Seiten die beiden Spaltöffnungen der Fächertracheen. Oft findet sich hinter diesen Oeffnungen ein zweites Stigmenpaar, welches entweder ebenfalls in (hintere) Fächertracheen (*Mygalidae*) (Fig. 480), oder in ein System von Tracheen (*Argyroneta*, *Dysdera*) führt. (Fig. 474.) Der After liegt ventral am Ende des Abdomens, umgeben von vier bis sechs warzenförmigen Erhebungen, den *Spinnwarzen*, an denen das Secret der Spinndrüsen ausgeschieden wird. Vor denselben liegt oft ein eigenthümliches, als Cribrellum be-

Fig. 474.



Dysdera erythrina von der Bauchseite (règne animal). *Kf* Kieferfühler, *Kt* Kiefertaster, *K* Kieferlade, *P* Lungen oder Fächertracheen, *St* Stigmen derselben, *St'* hintere Stigmen, die in die Tracheen führen, *G* Genitalöffnung, *Sp* Spinnwarzen.

Fig. 475.

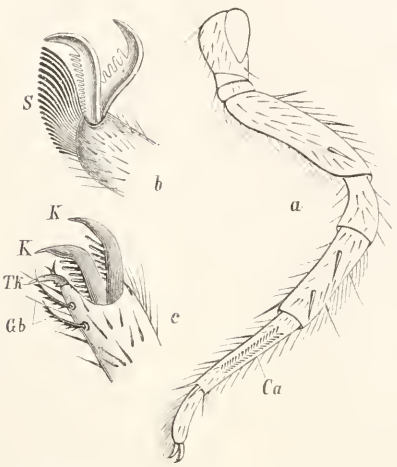


Giftdrüse nebst Kieferfühlerklaue vom *Mygale* (règne animal). *K* Klaue, *Gd* Giftdrüse, *B* Giftblase.

sur l'évolution des Araignées. Génève, 1862. Derselbe, Études sur la circulation du sang chez les Aranées du genre Lycose. Génève, 1863. F. Plateau, Recherches sur la structure de l'appareil digestif et sur les phénomènes de la digestion chez les Aranées dipneumones. Bruxelles, 1877. F. M. Balfour, Notes on the Development of the Araneina. Journ. of Microsc. science, Vol. XX. Ph. Bertkau, Ueber den Generationsapparat der Araneiden. Archiv für Naturg. Tom. XLI, 1875. Derselbe, Ueber das Cribrellum und Calamistrum. Archiv für Naturgesch., 1882. Derselbe, Ueber den Bau und die Function der sogenannten Leber bei den Spinnen. Archiv für mikroskop. Anatomie, Tom. XXIII, 1884. Derselbe, Ueber den Verdauungsapparat der Spinnen. Archiv für mikr. Anatomie, Tom. XXIV, 1885. Derselbe, Beiträge zur Kenntniss der Sinnesorgane der Spinnen. Archiv für mikr. Anatomie XXVII, Bd. 1886. Wlad. Schimkewitsch, Étude sur l'anatomie de l'Epeire. Ann. des scienc. nat. 6. Ser., Tom. XVII, 1884. Derselbe, Étude sur le développement des Araignées. Arch. de Biol. Tom. VI, 1887.

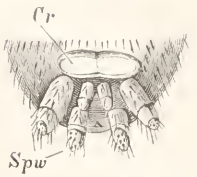
zeichnetes Feld mit sehr feinem Härchenbesatz und Drüsen. (Fig. 477.) Zu demselben steht das sogenannte *Calamistrum* der Beine in Beziehung. Die Spinndrüsen sind Schläuche von verschiedener Form, welche durch feine Poren an der Oberfläche der Spinnwarzen münden und einen klebrigen Stoff secerniren, der an der Luft zu einem Faden erhärtet und unter Beihilfe der Fusskrallen zu dem bekannten Gespinnste verwebt wird. (Fig. 478.)

Fig. 476.



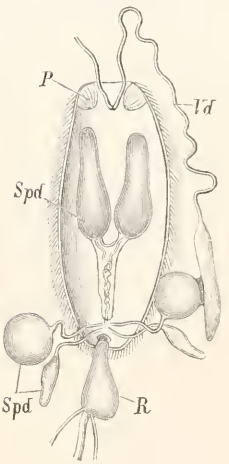
a Bein des vierten Paares von *Amaurobius ferox*. *Ca* Calamistrum. — *b* Fussende von *Philaeus chrysops* mit zwei Klauen und aus Spatelhaaren bestehendem Pinsel (*S*). — *c* Fussende von *Epeira diadema*. *K* Webeklauen, *Tk* Trittklaue, *Gb* gezahnte Borsten. (Nach O. Hermann.)

Fig. 477.



Spinnorgan von *Amaurobius ferox*, nach O. Hermann. *Cr* Cribrellum, *Spw* Spinnwarzen.

Fig. 478.

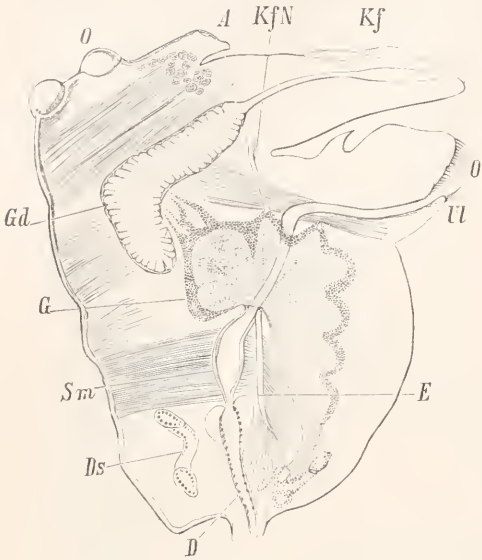


Lungen (*P*), Spinndrüsen (*Spd*) und Geschlechtsorgane (*Vd*) eines männlichen *Pholcus phalangista* (règne animal). *R* Enddarm mit den einmündenden Malpighi'schen Gefässen.

An dem *Nervensystem* (Fig. 480) unterscheidet man ausser dem die Augennerven abgebenden Gehirne eine gemeinsame, gewöhnlich sternförmige Brustganglienmasse, welche Nerven zu den Kiefertastern und Beinen, sowie in das Abdomen entsendet. Auch die Nerven der Kieferfühler entspringen unterhalb des Gehirnes vorn an der Brustganglienmasse aus dem ersten Ganglion derselben, auf welches noch weitere fünf Ganglien für die Gliedmassen folgen. (Fig. 479.) Auch wurden Eingeweidenerven am Nahrungscanal nachgewiesen. In der Regel finden sich hinter dem Stirnrande acht, seltener sechs Punktaugen, die in zwei Bogenreihen oder mehr im Quadrat auf der oberen Fläche des Kopfabschnittes in höchst gesetzmässiger und für die einzelnen Gattungen charakteristischer Weise vertheilt sind. (Fig. 481 und 482.)

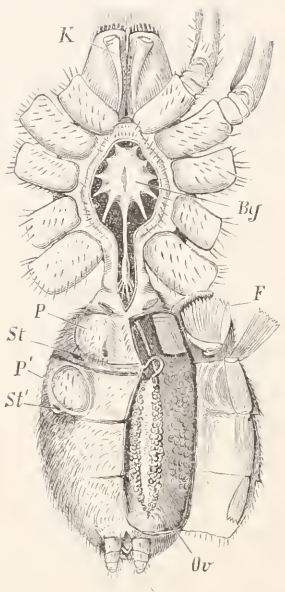
Der Verdauungscanal (Fig. 479 und 483) beginnt zwischen Unterlippe und Oberlippe mit einem langen aufsteigenden Vorraum oder Atrium. Auf diesen folgt der als Pharynx zu unterscheidende durch Dilatatoren erweiterungsfähige Vorderabschnitt der Speiseröhre. Diese erweitert sich hinter dem Gehirne vor dem Uebergang in den Mitteldarm zu einem Saugmagen, an welchem sich dorsale, vom Rücken des Cephalothorax absteigende und ventrale, an das Endosternit tretende Muskeln anheften. Der Mitteldarm zerfällt in einen vorderen, im Kopfbruststück gelegenen Abschnitt mit einem vorderen und vier Paaren seitlichen Blindschläuchen und einen in engeren abdominalen Dünndarm, in welchen die Ausführungsgänge der verästelten Leberschläuche ihr Secret er-

Fig. 479.



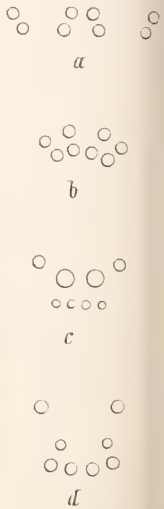
Durchschnittsbild des Cephalothorax einer jungen *Tegenaria*. *O* Augen, *Kf* Kieferfühler, *A* Höcker, ob Antennenrudiment (?), *Ol* Oberlippe, *Ul* Unterlippe, *Gd* Giftdrüse, *G* Gehirn mit dem durch Muskeln erweiterungsfähigen Pharynx, *Sm* Saugmagen, *D* Darm, *Ds* Darmschläuche, *E* Endoskelet mit den sechs Ganglien, von denen die vorderen die Chelicerennerven (*KfN*) abgeben.

Fig. 480.



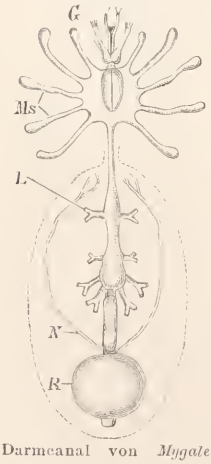
Mygale von der Bauchseite, ein Theil der Haut zur Seite gelegt (règne animal). *K* Kieferfühler, *Bg* Brustganglienmasse, *P*, *P'* Fächertracheen, sogenannte Lungen, *F* Blättchen derselben, *St*, *St'* Stigmen, *Ov* Ovarium, *Sw* Spinnwarzen.

Fig. 481.



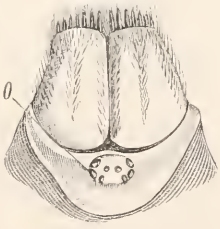
Augenstellung verschiedener Spinnen, nach Lebert. *a Epeira*, *b Tegenaria*, *c Dolomedes*, *d Salticus*.

Fig. 483.



Darmcanal von *Mygale* (règne animal). *G* Gehirn, *Ms* Magenschläuche, *L* Lebergänge, *N* Malpighische Gefässe, *R* Rectum.

Fig. 482.



Vorderstück des Cephalothorax von *Mygale* mit den Augen (*O*) aus règne animal.

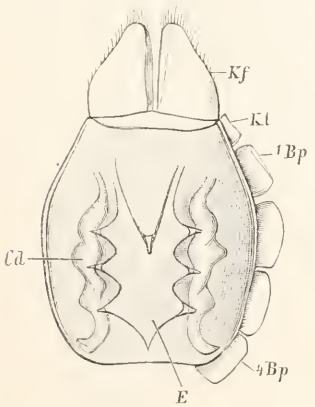
giessen. Der kurze Enddarm nimmt zwei verästelte *Harncanäle* auf und erweitert sich vor der Afteröffnung blasenartig zum Mastdarm. Coxaldrüsen von ansehnlicher Grösse finden sich bei den Mygaliden (Fig. 484) und dürften hier wohl zeitlebens functioniren, auch hat man an Jugendformen die Ausmündung derselben hinter dem dritten und eine zweite [1]) am ersten Beinpaare nachgewiesen. (Fig. 467.)

Nicht minder ausgebildet erscheint das *Gefässsystem*. (Fig. 485.) Aus dem im Abdomen gelegenen Rückengefäss fliesst das Blut durch eine vordere Aorta in das Kopfbruststück und von hier nach den Beinen, Kiefern, das Gehirn und Augen.

[1]) Die Thatsache, dass an diesem Drüsenconvolut noch ein zweiter Ausführungsgang vorhanden ist, und ich habe mich von der Richtigkeit dieses Verhaltens bei Atypus überzeugt, weist darauf hin, dass nicht eine, sondern mehrere Drüsen dieser Art vorhanden sind und dass die sog. Coxaldrüse nicht der Schalendrüse entspricht.

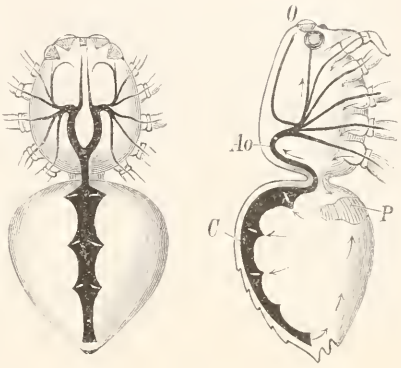
Das aus diesen Organen zurückfliessende Blut strömt in das Abdomen, umspült die aus zahlreichen abgeplatteten Röhren zusammengesetzten Fächertracheen (sogenannten Lungen) und fliesst durch drei Paare seitlicher Spaltöffnungen in das Rückengefäss zurück.

Fig. 484.



Kopfbruststück einer *Mygale* nach Wegnahme der Rückenbeine. *E* Endosternit, *Cd* Coxaldrüse, *Kf* Kieferfühler, *Kt* Kiefertaster, *1Bp*, *4Bp* 1. und 4. Beinpaar.

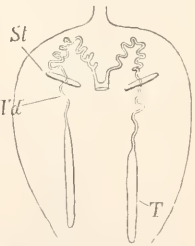
Fig. 485.



Herz und Gefässstämme von *Lycosa* in seitlicher und dorsaler Ansicht, nach E. Claparède. *P* Lunge, *C* Herz, *Ao* Aorta, *O* Augen.

Die *Ovarien* (Fig. 480) sind zwei traubige, von der Leber umhüllte Drüsen, deren kurze Eileiter sich zu einer gemeinsamen, meist mit zwei länglichen Samenbehältern verbundenen Scheide vereinigen und auf der Bauchfläche an der Basis des Hinterleibes zwischen den vorderen Stigmen ausmünden. Die *Hoden* sind schlauchförmig und ihre Ausführungsgänge lange, gewundene Canäle mit gemeinsamem Endgang, dessen Oeffnung ebenfalls an der Basis des Abdomens liegt. (Fig. 486.)

Fig. 486.



Männliche Geschlechtsorgane einer *Tegenaria* (*Philoica*) *domestica* mit den Umrissen des Hinterleibes, nach Bertkau. *T* Hoden, *Vd* Vas deferens. *St* Stigma.

Die Männchen unterscheiden sich durch den geringeren Umfang ihres Hinterleibes von den durchweg oviparen Weibchen, welche ihre abgelegten Eier häufig in besonderen Gespinnsten mit sich herumtragen (*Theridium*, *Dolomedes*). Ferner ist der Maxillartaster des Männchens als Copulationsorgan umgestaltet, indem das verdickte und ausgehöhlte Endglied löffelförmig und mit einem blasenförmigen Copulationsanhang nebst spiralig gebogenem Faden, beziehungsweise verschieden gestaltetem, complicirtem Zangenapparat besetzt erscheint. (Fig. 487.) Vor der Begattung füllt das Männchen den Anhang mit Sperma und führt den Endfaden im Momente des Coitus an die weibliche Geschlechtsöffnung. (Fig. 488.) Zuweilen leben beide Geschlechter friedlich nebeneinander auf benachbarten Gespinnsten oder selbst eine Zeit lang auf demselben Gewebe; in anderen Fällen stellt das stärkere

Weibchen dem Männchen wie jedem andern schwächeren Thiere nach und schont dasselbe nicht einmal während oder nach der Begattung, zu der sich das Männchen nur mit grösster Vorsicht naht.

Die Furchung des Eies ist eine centrale mit nachfolgender superficialer Lage der Furchungszellen. (Fig. 133.) Die Embryonen besitzen ausser den Brustbeinen auch Anlagen zu Abdominalfüssen, die später rückgebildet werden. (Fig. 489.) Die aus den Eiern ausgeschlüpften Jungen haben bereits die Gestalt und alle Gliedmassenpaare der Eltern. Indessen sind dieselben vor ihrer ersten Häutung noch nicht im Stande, Fäden zu spinnen und auf Raub auszugehen. Erst nach der Häutung werden sie zu diesem Geschäfte tauglich, verlassen das Gespinnst der Eihüllen und beginnen Fäden zu ziehen und zu schiessen, sowie auf kleine Insecten Jagd zu machen. Die im Herbste massenhaft auftretenden, unter den Namen „fliegender Sommer", „alter Weibersommer" bekannten Gespinnste sind das Werk junger Spinnen, welche sich mittelst derselben in die Luft erheben und an geschützte Orte zur Ueberwinterung getragen werden.

Fig. 487.

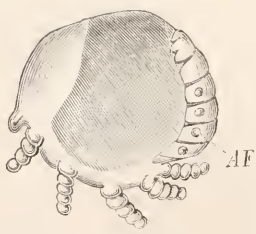
Endtheil des Kiefertasters von *Segestria* (♂) mit dem Spermatophorenbehälter nach Bertkau.

Die Lebensweise der Spinnen bietet so viel Auffallendes, dass sie schon seit früher Zeit das Interesse der Beobachter in hohem Grade fesseln musste. Alle Spinnen nähren sich vom Raube und saugen die Säfte anderer Insecten ein, indessen ist die Art und Weise, wie sie sich in Besitz der Beute setzen, höchst verschieden und oft auf hoch entwickelte Kunsttriebe gestützt. Die sogenannten vagabundirenden Spinnen bauen überhaupt keine Fangnetze und verwenden das Secret der Spinndrüsen nur zur Ueberkleidung ihrer Schlupfwinkel und zur Verfertigung von Eiersäckchen; sie überfallen die Beute im Laufe (Fig. 490 *a*) oder selbst im Sprunge. (Fig. 490 *b*.) Andere Spinnen (Fig. 490 *c*, 490 *d*) besitzen zwar auch die Fähigkeit der raschen und freien Ortsbewegung, erleichtern sich aber den Beuteerwerb durch die Verfertigung von Gespinnsten und Netzen, auf denen sie selbst mit grossem Geschicke hin- und herlaufen, während sich fremde Thiere, namentlich Insecten, sehr leicht in denselben verstricken. Die Gewebe selbst sind äusserst mannigfach und mit grösserer oder geringerer Kunstfertigkeit angelegt, entweder zart und dünn aus unregelmässig gezogenen Fäden gebildet, oder von

Fig. 488.

Männchen und Weibchen einer *Linyphia* während der Paarung, nach O. Hermann.

Fig. 489.



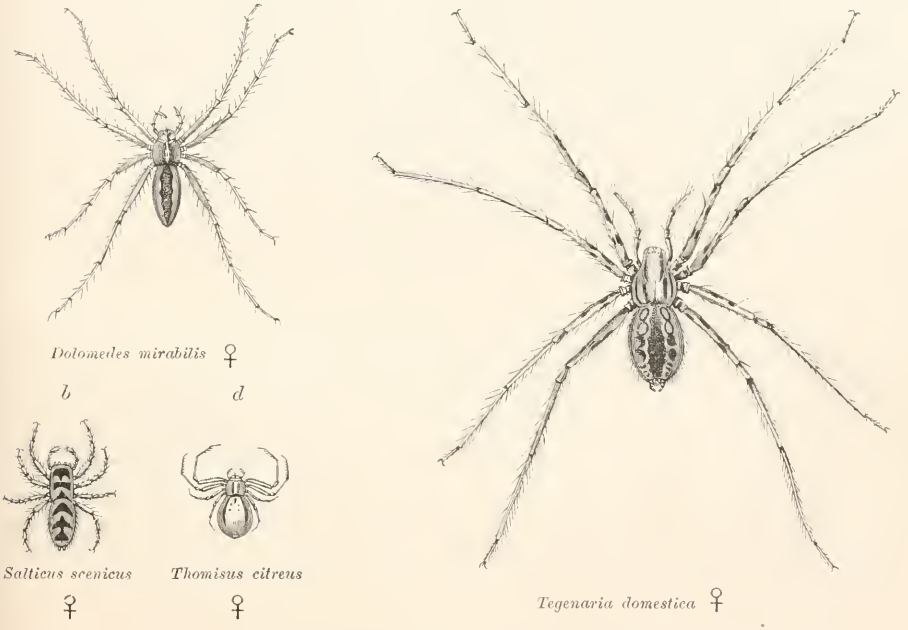
Spinnenembryo, nach Balfour. *AF* Anlagen von Abdominalfüssen.

filziger Beschaffenheit und horizontal ausgebreitet, oder sie stellen verticale radförmige Netze dar, die in bewunderungswürdiger Regelmässigkeit aus concentrischen und radiären, im Mittelpunkte zusammenlaufenden Fäden verwoben sind. Sehr häufig finden sich in der Nähe der Gewebe und Netze röhrenartige oder trichterförmige Verstecke zum Aufenthalte der Spinne angelegt. Die meisten Spinnen ruhen am Tage und gehen zur Dämmerung oder zur Nachtzeit auf Beute aus. Indessen gibt es auch zahlreiche vagabundirende Spinnen, welche am hellen Tage, selbst bei Sonnenschein jagen.

I. *Tetrapneumones.* Mit vier Lungen und meist mit vier Spinnwarzen.

Fam. *Mygalidae*, Vogelspinnen. Grosse dichtbehaarte Spinnen mit vier Lungen und ebensoviel Spinnwarzen, von denen zwei sehr klein sind. (Fig. 480.) Bauen keine wahren Gewebe, sondern verfertigen lange Röhren im Erdboden oder tapeziren sich ihre Schlupf-

Fig. 490.



winkel in Baumritzen und Erdlöchern mit einem dichten Gespinnste aus und lauern theils an dem Eingange derselben auf Beute, theils suchen sie diese im Freien springend zu erhaschen. Stets werden die Klauenglieder der Mandibeln nach unten geschlagen. *Mygale avicularia* L., die grosse Vogelspinne von Südamerika, lebt in einem röhrenförmigen Gespinnst zwischen Steinen und in Löchern der Baumrinde. *Cteniza caementaria* Latr., die Tapezirspinne im südlichen Europa, lebt in röhrenartigen Erdlöchern, deren Eingang mit einem Deckel wie mit einer Art Fallthür geschlossen wird. *Atypus Sulzeri* Latr., im mittleren Deutschland, mit sechs Spinnwarzen.

II. *Dipneumones.* Mit zwei Lungen und sechs Spinnwarzen.

Fam. *Saltigradae*, Springspinnen. Mit grossem gewölbten Kopfbruststück und acht ungleich grossen, fast im Quadrat gruppirten Augen. (Fig. 481 *d*.) Die vorderen Beine mit dicken Schenkelgliedern dienen wie die nachfolgenden zum Sprung, mit dem sie frei umherirrend ihre Beute erhaschen. Bauen keine Netze, wohl aber feine, sackförmige Gespinnste, in denen sie sich Nachts aufhalten und später ihre Eiersäckchen bewachen.

Salticus cupreus Koch, *S. scenicus* L. (Fig. 490 *b*), *S. formicarius* Koch. *Myrmecia* Latr., in Brasilien, von Ameisenform.

Fam. *Citigradae* = *Lycosidae*, Wolfspinnen. Mit länglich-ovalem, nach vorne verschmälertem, aber stark gewölbtem Kopfbruststück und acht, meist in drei Querreihen angeordneten Augen. (Fig. 481 *c*.) Sie laufen mit ihren langen, starken Beinen frei umher, erjagen ihre Beute und sind tagsüber meist unter Steinen in austapezirten Schlupfwinkeln verborgen. Die Weibchen sitzen häufig auf ihrem Eiersacke oder tragen denselben mit sich am Hinterleibe herum und beschützen meist die Jungen noch eine Zeit lang nach dem Ausschlüpfen. *Dolomedes mirabilis* Walck. (Fig. 490 *a*), *Lycosa saccata* L., Uferspinne. *L. tarantula* L., Tarantelspinne in Spanien und Italien, lebt in Höhlen unter der Erde und soll durch ihren Biss nach dem irrthümlichen Volksglauben die Tanzwuth erzeugen.

Fam. *Laterigradae* = *Thomisidae*, Krabbenspinnen. Mit rundlichem Kopfbruststück und flachgedrücktem Hinterleib. Die beiden vorderen Beinpaare sind länger als die nachfolgenden. Spinnen nur vereinzelte Fäden und jagen unter Blättern nach Insecten, seitlich und rückwärts laufend. *Micrommata smaragdina* Fabr., *Thomisus citreus* Geoffr. (Fig. 490 *d*.)

Fam. *Tubitelae*, Röhrenspinnen. Mit sechs oder acht in zwei Querreihen meist bogenförmig gestellten Augen. (Fig. 481 *b*.) Von den Beinen sind die beiden mittleren Paare die kürzesten, die hintersten oft die längsten. Bauen zum Fangen ihrer Beute horizontale Gewebe mit Röhren, in denen sie auf Beute lauern. *Dysdera erythrina* Walck., *Segestria* Latr., *Tegenaria domestica* L., die Winkelspinne. (Fig. 490 *c*.) Andere, wie *Agelena labyrinthica* L., bauen trichterförmige Gewebe oder, wie *Clubiona holosericea* L., sackartige Behälter. *Argyroneta aquatica* L., die Wasserspinne, mit längerem vorderen Beinpaar und silberglänzendem Leib, welchem beim Schwimmen im Wasser eine Menge von Luftbläschen zwischen den Haaren anhängen, spinnt ein glockenförmiges wasserdichtes Gewebe, welches einer Taucherglocke vergleichbar mit Luft gefüllt ist und an Wasserpflanzen angeheftet wird. *Amaurobius* C. K.

Fam. *Inaequitelae*, Webspinnen. Mit acht ungleich grossen, ebenfalls in zwei Querreihen gestellten Augen und langen Vorderbeinen. Sie bauen unregelmässige Gewebe mit in allen Richtungen sich kreuzenden Fäden und halten sich auf dem Gewebe selbst auf. *Theridium sisyphium* Clerck., *Pholcus phalangioides* Walck., *Linyphia* Latr.

Fam. *Orbitelae*, Radspinnen. Kopf und Brust durch eine Furche abgegrenzt, der Hinterleib kugelig aufgetrieben. Die acht Augen stehen in zwei Reihen ziemlich zerstreut. (Fig. 481 *a*.) Die vorderen Beine länger als die nachfolgenden, die des dritten Paares am kürzesten. Bauen senkrecht schwebende, radförmige Gewebe mit concentrischen und radiären Fäden und lauern im Mittelpunkte oder in einem entfernten umsponnenen Schlupfwinkel auf Beute. *Epeira diadema* L., Kreuzspinne. *Meta* C. K.

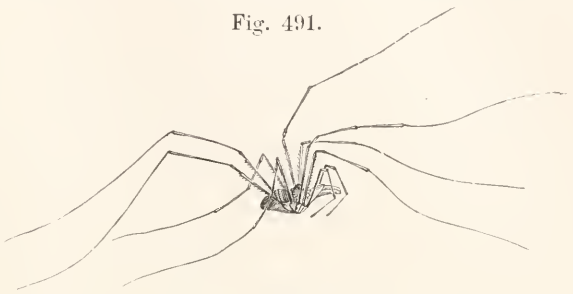
6. Ordnung. **Opilionea**[1]**, Afterspinnen.**

Mit vier langen dünnen Beinpaaren, scheerenförmigen Kieferfühlern und gegliedertem, in seiner ganzen Breite dem Kopfbruststück angefügtem Hinterleibe, ohne Spinndrüsen, durch Tracheen athmend.

[1]) Meade, Monograph of the British species of Phalangiidae. Ann. of nat. hist., 2d ser., XV, 1845. A. Menge, Ueber die Lebensweise der Afterspinnen. Danzig, 1850. A. Tulk, Upon the anatomy of Phalangium opilio. Ann. of nat. hist. XII. A. Stecker, Anatomisches und Histologisches über Gibocellum. Archiv für Naturg., 1876. A. Krohn, Zur näheren Kenntniss der männlichen Zeugungsorgane von Phalangium. Archiv für Naturgesch. 1865. J. C. C. Loman, Altes und Neues über das Nephridium (die Coxaldrüse) der Arachniden. Bijdragen tot de Dierkunde. 14. Aflev. Amsterdam, 1887.

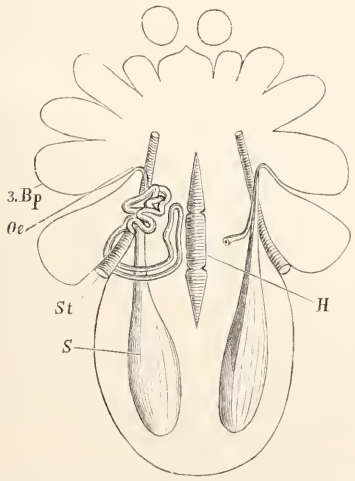
Die Afterspinnen (Fig. 491) nähern sich in ihrer Körperform den echten Spinnen, unterscheiden sich von denselben jedoch durch die scheerenförmigen, nach unten eingeschlagenen Kieferfühler, durch die Gestalt des Hinterleibes, die Tracheenathmung und den Mangel der Spinndrüsen. Ihre Kiefertaster sind entweder fadenförmig oder auch beinartig und mit Klauen bewaffnet. Der Hinterleib besteht in der Regel aus sechs, seltener acht bis neun Segmenten und schliesst sich dem Cephalothorax in seiner ganzen Breite an. Das Nervensystem gliedert sich in Gehirn und Brustknoten. Von Sinnesorganen finden sich zwei oder vier Punktaugen. Die Athmungsorgane münden durch ein einziges Stigmenpaar (*St*) meist unter den Hüften des letzten Beinpaares

Fig. 491.



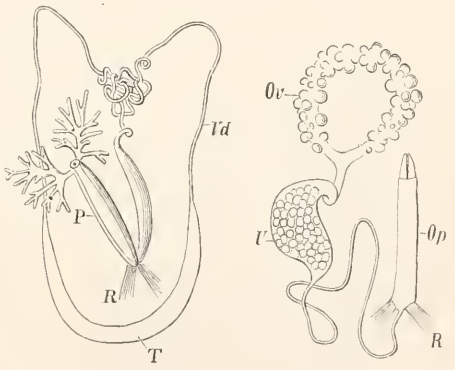
Phalangium opilio ♂ (*cornutum*) (règne animal).

Fig. 492.



Die Coxaldrüsen von *Opilio* nach Loman. *Oe* Spaltöffnung ihres Ausführungsganges, *S* Nebensack, *St* Stigma, *H* Herz, *3Bp* 3. Beinpaar.

Fig. 493.



Männliche und weibliche Geschlechtsorgane von *Phalangium opilio*, nach Krohn. *T* Hoden, *Vd* Vasa deferentia, *P* Penis mit Anhangsdrüsen, *R* Retractoren, *Ov* Ovarium, *U* Uterus, *Op* Ovipositor.

und sind überall im Körper verzweigte Tracheen. Das Herz ist ein langes, mit zwei Spaltenpaaren versehenes Rückengefäss. Der Magen bildet jederseits zahlreiche Blindsäcke, von denen die hinteren bis zum After reichen. Eine mächtige Coxaldrüse mit Nebensack mündet am Hüftgliede des dritten Beinpaares. (Fig. 492.) Sowohl die männliche als die weibliche Geschlechtsöffnung liegt zwischen dem hinteren Beinpaare, im ersteren Falle kann aus ihr ein rohrartiges Begattungsorgan, im letzteren eine langgestreckte Legeröhre (Ovipositor) hervorgestreckt werden. (Fig. 493.) Bei der Begattung dringt das rohrförmige Begattungsorgan des

Männchens in die Legeröhre des Weibchens, und das Sperma gelangt von dieser in das Receptaculum seminis. Die Eier werden mittelst der Legeröhre in feuchte Erde abgelegt und überdauern hier die Zeit des Winters bis zum Frühjahr, in welchem die Jungen ausschlüpfen. Das Ovarium ist ringförmig und besitzt einen engen, in seinem Verlaufe zu einer bauchigen Auftreibung, dem Uterus, erweiterten Oviduct. Der Hoden ist gleichfalls unpaar. Seine zwei Vasa deferentia vereinigen sich zu einem gemeinsamen Endgang. Dazu kommt in beiden Geschlechtern ein Drüsenpaar nicht weit von der Genitalöffnung. Merkwürdig ist die Erzeugung von Eiern neben dem Sperma im Hoden, wie sie Krohn und Treviranus bei fast allen Männchen beobachteten. Die Afterspinnen halten sich am Tage meist in Verstecken auf und gehen zur Nachtzeit auf Nahrung aus, die aus pflanzlichen Stoffen und todten Insecten besteht. Besonders zahlreiche Arten und höchst bizarre Formen leben in Südamerika. Malpighische Gefässe fehlen bei den Phalangiiden am Darme, dagegen fungiren zwei mächtige Coxaldrüsen (mit Blasenanhang) als Nieren. (Fig. 492.)

Fam. *Phalangiidae. Phalangium opilio* L., Weberknecht. (Fig. 491.) *Gonyleptus horridus* Kirb.

Fam. *Cyphophthalmidae. Cyphophthalmus duricorius* Jos., Grottenbewohner. *Gibocellum* Steck. (mit Spinndrüsen).

7. Ordnung. **Acarina** [1]**, Milben.**

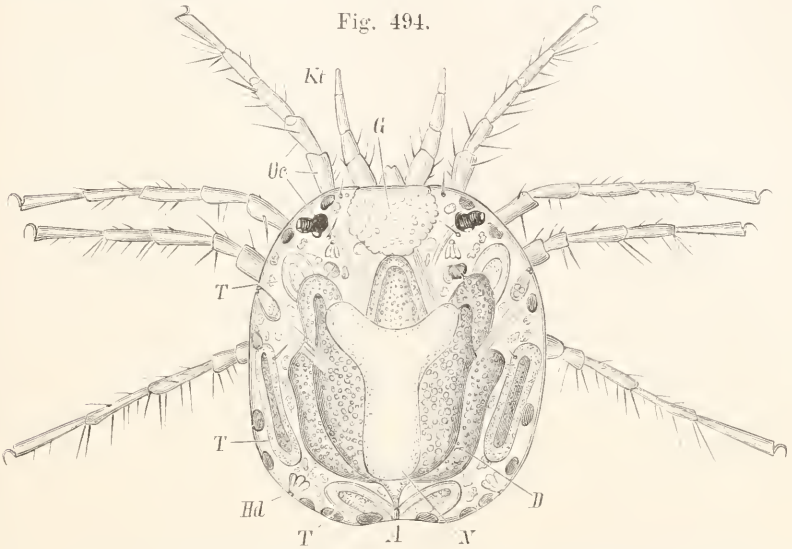
Arachnoideen von gedrungener Körperform, mit ungegliedertem, mit dem Vorderleibe verschmolzenem Abdomen, mit beissenden oder saugenden und stechenden Mundwerkzeugen, meist durch Tracheen athmend.

Der Körper der durchgängig kleinen Acarinen besitzt eine gedrungene ungegliederte Gestalt. Kopf, Brust und Hinterleib sind zu einer gemeinsamen Masse verschmolzen. (Fig. 494.) Aeusserst wechselnd zeigt sich die Form der Mundwerkzeuge, die entweder zum Beissen oder zum Stechen und Saugen dienen können. Die Kieferfühler sind demgemäss bald vorstehende Klauen- oder Scheerenkiefer, bald einziehbare Stilete. Im letzteren Falle bilden die Unterkiefer in der Umgebung des stiletförmigen Oberkiefers eine als Saugrüssel dienende Scheide, während die Kiefertaster seitlich hervorragen und klauenförmig oder mittelst einer Scheere enden. Die vier Beinpaare gestalten

[1]) O. Fr. Müller, Hydrachnae etc., 1781. A. Dugès, Recherches sur l'ordre des Acariens en général et les familles des Trombidies, Hydrachnes en part. Ann. des sc. nat., IIe sér., Tom. I und II. H. Nicolet, Histoire naturelle des Acariens etc. Oribatides. Archives du musée d'hist. nat., Tom. VII. O. Fürstenberg, Die Krätzmilben des Menschen und der Thiere. Leipzig, 1861. Al. Pagenstecher. Beiträge zur Anatomie der Milben, I. und II. Leipzig, 1860 und 1861. E. Claparède, Studien an Acariden. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XVIII, 1868. P. Mégnin, Les parasites et les maladies parasitaires, 1880. W. Winkler, Das Herz der Acarinen etc. Arbeiten des zool. Inst. Wien, Tom. VII, 1886. Derselbe, Anatomie der Gamasiden. Ebendas., Tom. VII, 1888. Vergl. ausserdem die Arbeiten von Leydig, Pagenstecher, Canestrini, Kramer etc.

sich nicht minder verschieden, indem sie zum Kriechen, Anklammern, Laufen und Schwimmen dienen können. Sie endigen meist mit zwei Klauen, zuweilen bei parasitischer Lebensweise mit gestielten Haftscheiben.

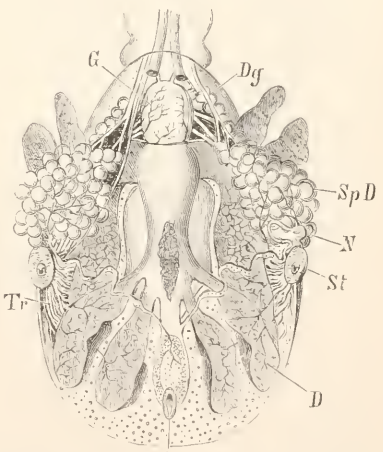
Fig. 494.



Reifes Männchen von *Ataxa Bonzi*, vom Rücken aus gesehen, nach E. Claparède. *Kt* Kiefertaster, *G* Gehirn, *Oc* Auge, *T* Toden, *N* Y-förmige Drüse, *D* Darm, *A* After, *Hd* Hautdrüsen.

Das Nervensystem ist auf eine gemeinsame, Gehirn und Bauchmark vereinigende Ganglienmasse reducirt. Augen können fehlen oder als ein oder zwei Paare von Punktaugen auftreten. Der Darmcanal ist mit Speicheldrüsen versehen und bildet jederseits eine Anzahl blindsackartiger Fortsätze, die sich selbst wieder gabelig spalten. (Fig. 495.) Nur in wenigen Fällen (*Gamasus, Ixodes*) findet sich im Abdomen ein kurzes sackförmiges Herz mit zwei Seitenspalten, nebst Aorta. (Fig. 68.) Bei zahlreichen höheren Milben treten besondere Respirationsorgane auf, und zwar als Tracheen, welche büschelweise aus einem in der Regel vor oder hinter dem letzten Beinpaare gelegenen Stigmenpaare entspringen. Der männliche Geschlechtsapparat besteht aus einem oder mehreren Hodenpaaren, deren Ausführungsgänge durch einen oft mit einer Anhangsdrüse versehenen gemeinsamen Endgang nach aussen münden. (Fig. 496 *a*.) Die Ovarien sind paarig und ebenso deren Ausführungsgänge, welche sich zur Bildung eines gemeinsamen Ei-

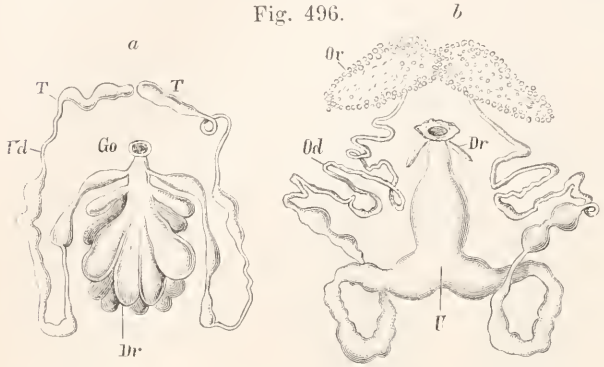
Fig. 495.



Anatomie von *Ixodes ricinus*, nach Al. Pagenstecher. *G* Gehirn, *SpD* Speicheldrüsen, *Dg* Ausführungsgang derselben, *D* Blindschläuche des Darmes, *A* After, *N* Harnorgane, *Tr* Tracheenbüschel, *St* Stigma.

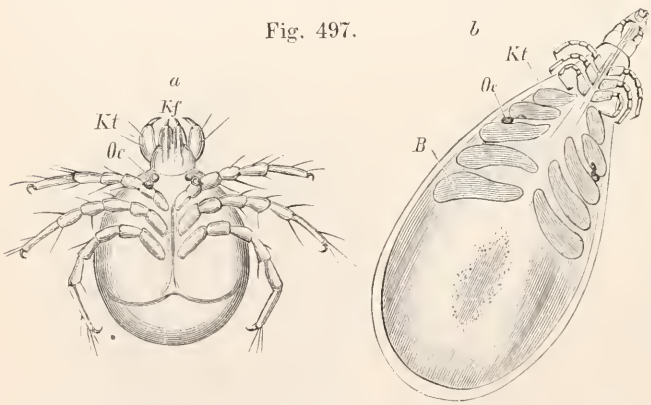
leiters mit Anhangsdrüse, beziehungsweise Samentasche vereinigen. (Fig. 496 *b*.) Die einfache Geschlechtsöffnung liegt in der Regel weit von der Afteröffnung entfernt und rückt selbst nach vorne zwischen die hinteren Beinpaare hinauf. Auch kann (wie bei den Krätzmilben) eine besondere Begattungsöffnung vorhanden sein, durch welche das Sperma in das Receptaculum gelangt. Die Männchen unterscheiden sich häufig nicht nur durch kräftigere und zum Theil abweichend gebildete Gliedmassen, sondern auch durch den Besitz von hinteren Haftgruben, zuweilen durch die Art der Ernährung und Lebensweise. Die Acarinen legen Eier, mit Ausnahme der lebendig gebärenden *Oribatiden*. Die Jungen verlassen meist mit nur drei Beinpaaren das Ei und durchlaufen eine Metamorphose, die bei den *Hydrachniden* durch mehrfache Larven- und Puppenzustände ausgezeichnet ist. (Fig. 497 *a*, *b*.) Sehr viele Milben leben parasitisch an Thieren und Pflanzen, andere ernähren sich selbstständig vom Raube theils im Wasser, theils auf dem Lande.

Fig. 496.



a Männliche, *b* weibliche Geschlechtsorgane von *Argas*, nach Al. Pagenstecher. *T* Hoden, *Vd* Samenleiter, *Dr* Prostata, *Go* Geschlechtsöffnung, *Or* Ovarien, *Od* Oviducte, *U* Uterus, *Dr* Anhangsdrüsen.

Fig. 497.



a Larve einer *Hydrachna*, *b* Puppe derselben. *Kf* Kieferfühler, *Kt* Kiefertaster, *Oc* Augen, *B* Beine.

Fam. *Dermatophili*, Haarbalgmilben. Langgestreckte kleine Milben mit wurmförmig verlängertem, quergeringeltem Abdomen, mit Saugrüssel, stiletförmigen Kiefern und vier Paaren von kurzen, zweigliedrigen Stummelfüssen. Die einzige bekannte Gattung *Demodex* (*Simonea*) lebt in den Haarbälgen von Hausthieren (Hund, Katze, Schaf, Rind, Pferd), als *D. folliculorum* Sim. in den Haarbälgen des Menschen, wo sie die Ursache der Comedonen werden kann. (Fig. 498.)

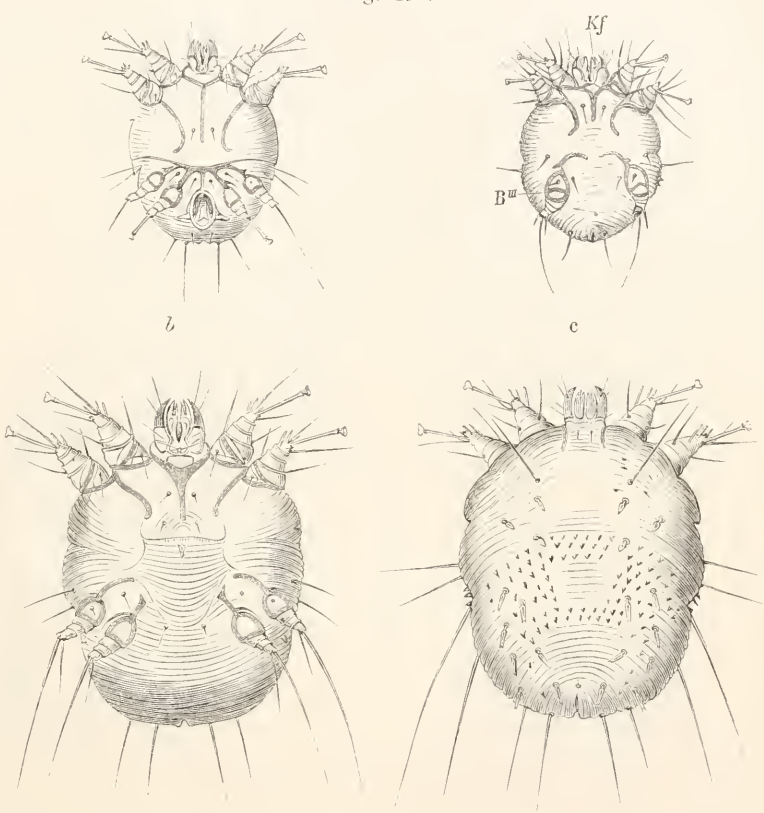
Fam. *Sarcoptidae*, Krätzmilben. Körper mikroskopisch klein, gedrungen, weichhäutig, mit Chitinstäben zur Stütze der Gliedmassen. Augen fehlen. Die Mundtheile bestehen aus einem Saugkegel mit scheerenförmigen Kieferfühlern und kurzen, seitlich anliegenden Kiefertastern. Die Beine kurz und stummelförmig, theilweise oder sämmtlich mit gestielten Haftscheiben. Die Männchen oft mit Haftgruben und Fortsätzen am Hinterleibsende. Die Weibchen mit besonderer Begattungsöffnung und Samentasche. Leben auf

oder in der Haut von Wirbelthieren und erzeugen die Krätze und Räude. *Sarcoptes scabiei* Dug., Krätzmilbe. Auf der Rückenfläche mit zahlreichen spitzen Höckern, Dornen und Haaren. Beine fünfgliedrig, die beiden vorderen enden mit gestielter Haftscheibe, das letzte Beinpaar des Männchens läuft nicht wie das des Weibchens in eine Borste, sondern in eine gestielte Haftscheibe aus. (Fig. 499 *a*.) Nur die Weibchen bohren in der Epidermis tiefe Gänge, an deren Ende sie sich aufhalten, und erzeugen durch ihre Stiche den unter dem Namen Krätze bekannten Hautausschlag. Die ausgeschlüpften Jungen besitzen nur drei Beinpaare und haben mehrere Häutungen zu bestehen. Auf den Hausthieren leben verschiedene Arten von Krätzmilben, die auch auf den Menschen für kurze Zeit übertragen werden können. *Dermatodectes communis* Fürst., *Symbiotes equi* Gerl. (Fig. 500.)

Fig. 498.

Demodex folliculorum, nach Mégnin, stark vergrössert. *Kt* Kiefertaster.

Fig. 499.



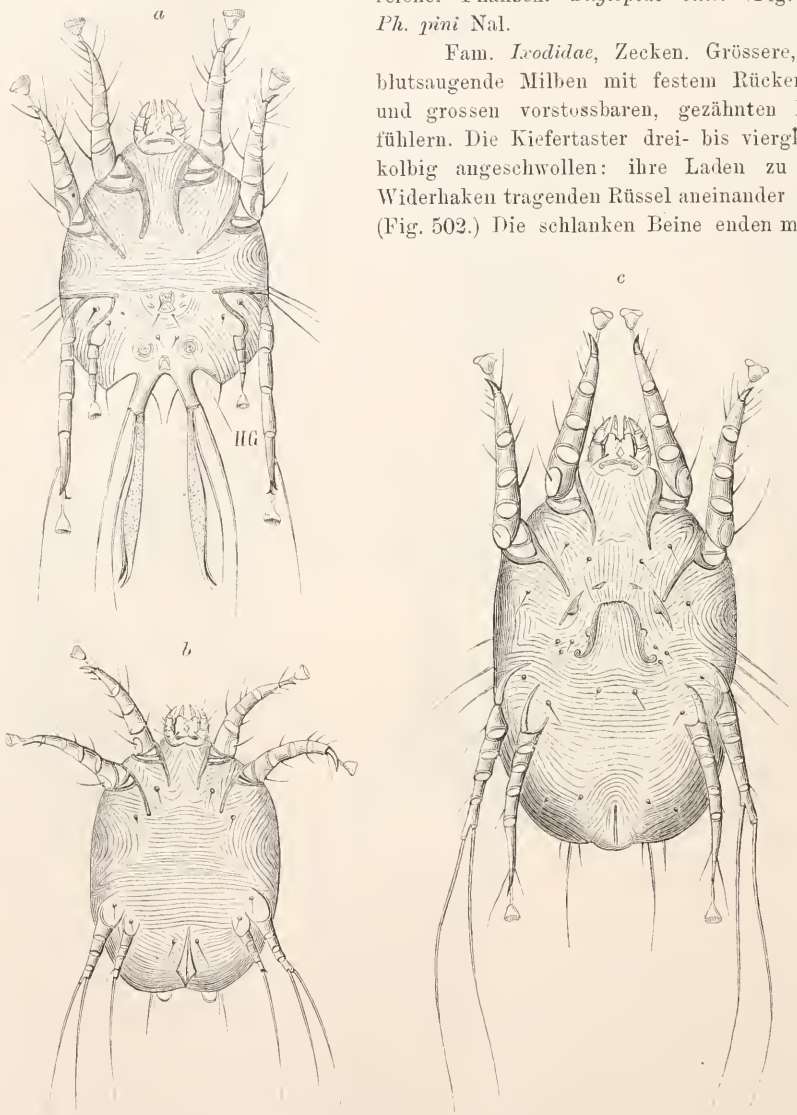
Sarcoptes scabiei, nach Gudden. *a* Männchen von der Bauchseite. *b* Weibchen von der Bauchseite. *c* Dasselbe in der Rückenansicht. *d* Larve. *Kf* Kieferfühler, B^{III} drittes Beinpaar

Fam. *Tyroglyphidae*[1]), Käsemilben. Von mehr gestreckter Form mit konischem Rüssel, scheerenförmigen Kieferfühlern und dreigliedrigen Tastern. Die ziemlich langen fünfgliedrigen Beine mit Haftlappen und Klaue. Häufig grosse Sauggruben seitlich vom After, besonders beim Männchen. Leben auf vegetabilischen und thierischen Stoffen. *Tyroglyphus siro* Gerv., *Rhizoglyphus Robini* Clap., an Wurzeln. *Glyciphagus fecularum* Guér., an Kartoffeln. *Hypopus* Dug. enthält nach Mégnin und Robin Larvenformen, welche sich mittelst ihrer Saugnäpfe an Insecten befestigen.

[1]) Nalepa, Die Anatomie der Tyroglyphiden. Sitzungsb. der Akad. der Wiss. Wien, 1885, 1886.

Fam. *Phytoptidae*[1]). Gallmilben. Mit kurzem Cephalothorax, stiletförmigen Kieferfühlern und langem, fein geringeltem Abdomen. Nur die beiden vorderen Beinpaare sind entwickelt, die beiden hinteren scheinen gar nicht zur Anlage zu kommen. Erzeugen gallenartige Deformitäten an den Blättern zahlreicher Pflanzen. *Phytoptus vitis.* (Fig. 501.) *Ph. pini* Nal.

Fig. 500.



Symbiotes equi = *Chorioptes spathiferus*, von der Bauchseite, nach Mégnin. *a* Männchen. *HG* Haftgrube. — *b* Junges Weibchen im Begattungsstadium. — *c* Eierlegendes Weibchens.

Fam. *Ixodidae*, Zecken. Grössere, meist blutsaugende Milben mit festem Rückenschild und grossen vorstossbaren, gezähnten Kieferfühlern. Die Kiefertaster drei- bis viergliedrig, kolbig angeschwollen: ihre Laden zu einem Widerhaken tragenden Rüssel aneinander gelegt. (Fig. 502.) Die schlanken Beine enden mit zwei Klauen und Haftlappen. Zwei Punktaugen oft vorhanden. Athmen durch Tracheen. Die Zecken halten sich in Wäldern im Gebüsche auf, ihre Weibchen kriechen auf Säugethiere und den Menschen, saugen Blut und schwellen mächtig an. In den Tropen gibt es

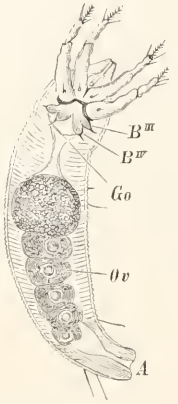
[1]) A. Nalepa, Die Anatomie der Phytopten. Sitzungsb. der Akad. der Wiss. Wien, 1887 und 1889.

Zecken von bedeutender Grösse, die zu den lästigsten Parasiten gehören. *Ixodes ricinus* L., Holzbock. *I. reduvius* Deg., *Argas reflexus* Latr., auf Tauben, gelegentlich auf dem Menschen. *A. persicus* Fisch., des Stiches wegen berüchtigt.

Fam. *Gamasidae*, Käfermilben. Kieferfühler scheerenförmig, Kiefertaster fünfgliedrig. Die Beine mit zwei Klauen und einem Haftlappen. Tracheen vorhanden. Leben theils frei vom Raube, theils als Schmarotzer an Käfern und auf der Haut von Vögeln und Säugethieren, *Gamasus coleoptratorum* L., *Dermanyssus avium* Dug., *Pteroptus vespertilionis* Herm.

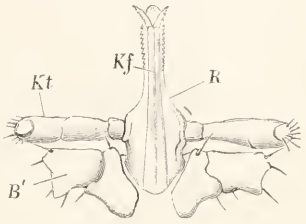
Fam. *Hydrachnidae*, Wassermilben. Körper kugelig, oft lebhaft gefärbt. Kieferfühler meist mit klauenförmigem Endgliede; mit Schwimmbeinen, mit zwei oder vier Punktaugen. Tracheen vorhanden. Die ausgeschlüpften Larven (Fig. 497) befestigen sich mit ihrem grossen Saugkegel an Wasserinsecten, von deren Blute sie sich ernähren, und treten in ein Puppenstadium ein. *Hydrachna cruenta* O. Fr. Müll., rothe Wassermilbe. *Atax Bonzi* Clap., in der Mantelhöhle der Unionen. (Fig. 494.) *Limnochares holosericeus* Latr.

Fig. 501.



Weibchen von *Phytoptus vitis*, vom Blatte des Weinstockes, nach H. Landois. *A* After, *Ov* Ovarium, *Go* Geschlechtsöffnung.

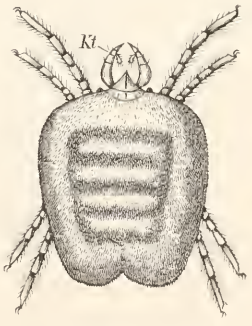
Fig. 502.



Mundtheile von *Ixodes*, nach A. Pagenstecher. *R* Rüssel, *Kf* Kieferfühler, *Kt* Kiefertaster, *B'* Grundglieder des ersten Beinpaares.

Fam. *Trombidiidae*, Laufmilben. Körper lebhaft gefärbt, behaart. Kieferfühler meist klauenförmig; Kiefertaster mit einer Klaue neben einem lappenförmigen Anhang. Augen vorhanden. Athmen durch Tracheen. Die sechsbeinigen Jungen (als *Leptus autumnalis* bekannt), leben parasitisch auf Insecten und Arachniden, mitunter auch auf Säugethieren und dem Menschen, bei dem sie einen vorübergehenden Hautausschlag erzeugen. *Trombidium holosericeum* L. (Fig. 503), *Erythraeus parietinus* Herm., *Tetranychus telarius* L., Spinnmilbe.

Fig. 503.



Trombidium holosericeum, nach Mégnin.

Fam. *Oribatidae*, Landmilben. Kieferfühler einziehbar, scheerenförmig. Kiefertaster fünfgliedrig, mit gezähnter Kaulade des Basalgliedes. Ocellen fehlen. *Oribates alatus* Herm., unter Moos.

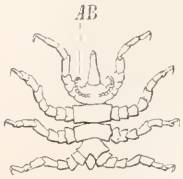
Fam. *Bdellidae*, Rüsselmilben. Kopftheil rüsselförmig verlängert und abgeschnürt, mit scheerenförmigen Kieferfühlern. Kiefertaster lang und dünn. Kriechen auf feuchtem Boden. *Bdella longicornis* L.

An die Milben schliesst sich die kleine Gruppe der *Pycnogoniden* [1]) an. Von Milne Edwards und Kröyer zu den Crustaceen gestellt, wurden sie später fast allgemein zwischen Milben und Spinnen den Arachnoiden zugewiesen, obwohl sie im männlichen Geschlechte mit den Besitz eines accessorischen, die Eier tragenden Beinpaares eine höhere Gliedmassenzahl ausbilden. Vielleicht entsprechen sie einer besonderen Arthropodenclasse. Es sind langsam bewegliche, zwischen Tangen und Seepflanzen kriechende Thiere von geringer

[1]) A. Dohrn, Die Pantopoden des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeresabschnitte. Eine Monographie. Leipzig, 1881.

Grösse, mit konischem Saugrüssel und stummelförmigem Abdomen. Die sehr langen, vielgliedrigen Beine nehmen die schlauchförmigen Magenanhänge und die Sexualdrüsen auf. Tracheen fehlen. Dagegen findet sich ein wohl entwickeltes Herz mit Aorta und zwei seitlichen Ostienpaaren, sowie in der Regel auch mit hinterer unpaarer Spaltöffnung. Oberhalb des Gehirns, auf welches eine ansehnliche, aus mehreren Ganglienanschwellungen gebildete Bauchkette folgt, liegen vier kleine Punktaugen. Die Eier werden an dem accessorischen Beinpaare an der Brust des Männchens bis zum Ausschlüpfen der Larven getragen. (Fig. 504.) *Pycnogonum littorale* O. Fr. Müll., Nordsee. *Phoxichilidium* Edw., *Ammothea* Leack., *A. pycnogonoides* Quatr. (Fig. 505.)

Fig. 504.



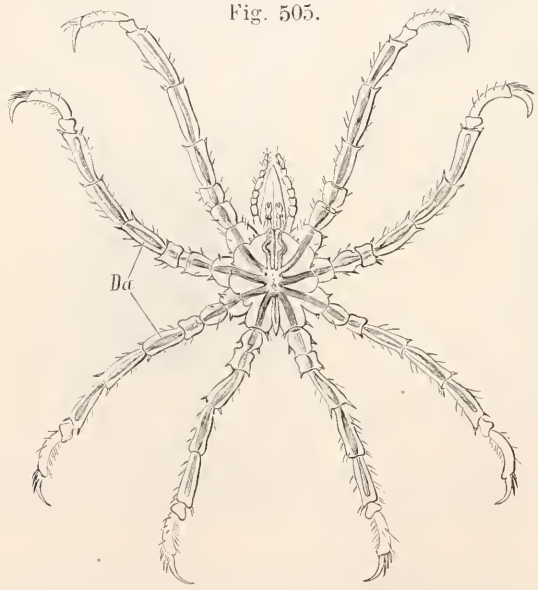
Pycnogonum littorale (règne animal). *AB* Eiertragendes Beinpaar.

Eine zweite, oft als Ordnung gesonderte Gruppe kleiner milbenartiger Arachnoideen sind die *Tardigraden* [1]).

Arachnoideen mit saugenden Mundtheilen und kurzen stummelförmigen Beinen, ohne Herz und Respirationsorgane.

Der Körper dieser kleinen ($^1/_3$ bis 1 Mm. langen), langsam kriechenden Thierchen ist wurmförmig gestreckt, ohne äussere Segmentirung und am vorderen Ende in eine Saugröhre verlängert, aus welcher sich zwei stiletförmige Schlundzähne hervorschieben. (Fig. 505.) Die vier Beinpaare bleiben kurze, mit mehreren Krallen endigende Stummelfüsse, von denen die hinteren am äussersten Ende des Körpers entspringen. Das Nervensystem besteht aus dem Gehirn, dem unteren Schlundganglion und vier durch lange Commissuren verbundenen Ganglienknoten der Bauchkette. Das Gehirn sendet Nerven zu zwei Punktaugen und zwei Sinnespapillen. Sowohl Respi-

Fig. 505.

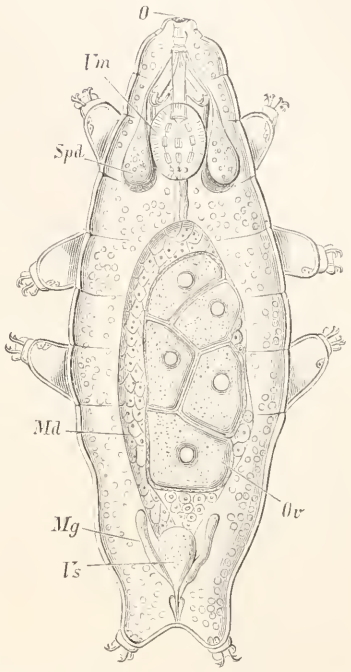


Ammothea pycnogonoides (règne animal). *Da* Darmschläuche in den Extremitäten.

[1]) Doyère, Mémoire sur les Tardigrades. Ann. des sc. nat., IIe sér., Tom. XIV, XVII und XVIII. C. A. S. Schultze, Macrobiotus Hufelandii etc. Berolini, 1834. Derselbe, Echiniscus Bellermanni. Berolini, 1840. Dujardin, Sur les Tardigrades et sur une espèce à longs pieds vivant dans l'eau de mer. Annales des sc. nat., IIIe sér., Tom. XV. Ferner die Abhandlungen von Kaufmann, Greeff und Max S. Schultze. L. H. Plate, Beitrag zur Naturgeschichte der Tardigraden. Zool. Jahrbuch, Tom. III, 1888.

rations- als Kreislauforgane fehlen vollständig. Das Blut enthält grosse amöboide Zellen. Der Verdauungscanal besteht nebst einem muskulösen Schlund aus einem Magendarm und Enddarm, in welchen zwei Malpighische Gefässe einmünden. In den Saugrüssel führen die Ausführungsgänge von zwei ansehnlichen Speicheldrüsen. Die Tardigraden sind nicht, wie man seither glaubte. Zwitter, sondern getrennten Geschlechtes. Männchen und Weibchen sind einander sehr ähnlich, erstere jedoch viel seltener. Beiderlei Geschlechtsdrüsen liegen als ein unpaarer Sack über dem Magendarm und münden in den Anfangstheil des Rectums, welches somit zur Kloake wird. Die Weibchen legen meistens während der Häutung grosse Eier ab, welche von der alten abgestreiften Haut bis zum Ausschlüpfen der Jungen umschlossen bleiben. Die Entwicklung erfolgt ohne Metamorphose. Die Thiere leben zwischen Moos und Algen in Dachrinnen, auch am Meeresufer und sind besonders dadurch bemerkenswerth geworden, dass sie wie die Rotiferen nach langem Eintrocknen durch Befeuchtung wieder ins Leben zurückgerufen werden. Ihrem Baue nach stehen sie wohl auf der niedersten Stufe unter den luftathmenden Arthropoden. *Macrobiotus Hufelandii* S. Sch., *Milnesium tardigradum* Doy., *Echiniscus Bellermanni* S. Sch.

Fig. 506.



Macrobiotus Schultzei, nach Greeff. *O* Mund, *Vm* Schlundkopf, *Md* Magendarm, *Spd* Speicheldrüsen, *Ov* Ovarium, *Mg* Malpighische Gefässe, *Vs* sackförmige Drüse.

8. Ordnung. **Linguatulida** [1]**, Zungenwürmer, Pentastomiden.**

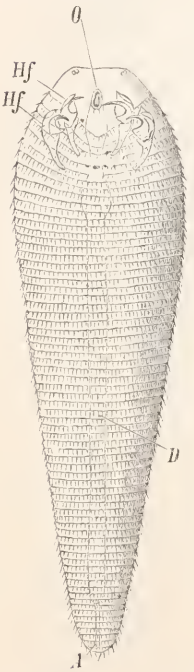
Parasitische Arachnoideen von wurmförmig gestrecktem, geringeltem Körper, mit zwei Paar Klammerhaken in der Umgebung der kieferlosen Mundöffnung.

Der wurmförmige, geringelte Leib dieser lange Zeit für Eingeweidewürmer gehaltenen Parasiten wird bei dem sehr reducirten Kopfbruststück vornehmlich auf die ausserordentliche Vergrösserung und Streckung des Hinterleibes zurückzuführen sein, wofür die Leibesform der Balgmilben unter den Acarinen Anhaltspunkte liefert. Mundwerkzeuge fehlen im ausgebildeten Zustande vollständig. Die vier aus Hauttaschen vorstülpbaren, auf besonderen Chitinstäben

[1]) R. Leuckart, Bau und Entwicklungsgeschichte der Pentastomen. Leipzig und Heidelberg, 1860.

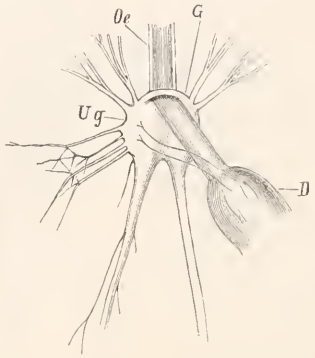
befestigten Klammerhaken (Fig. 507) dürften den Endklauen der zwei hinteren Beinpaare entsprechen, da die zwei Beinpaare der Larve (Fig. 509 *b*), die wir als die vorderen Beinpaare anzusehen haben, während der Entwicklung verloren gehen. Am Nervensystem ist das Gehirn eine bandförmige Querbrücke oberhalb des einfachen subösophagealen Nervenknotens, von welchem zahlreiche Nerven austreten. (Fig. 508.) Augen. Respirations- und Circulationsorgane fehlen. Der Darm ist ein gerade gestrecktes Rohr, welches am hinteren Ende in der Afteröffnung ausmündet. Mächtig entwickelt und in grosser Zahl treten besondere Drüsen in der Haut auf. Männchen und Weibchen unterscheiden sich durch beträchtliche Grössendifferenzen und durch die abweichende Lage der Geschlechtsöffnungen. Während die Geschlechtsöffnung des auffallend kleineren Männchens nicht weit hinter dem Munde liegt, findet sich die weibliche Geschlechtsöffnung in der Nähe des Afters am hinteren Körperende.

Fig. 507.



Pentastomum denticulatum, Jugendform von *P. taenioides*. *O* Mund, *Hf* die vier Haken, *D* Darm, *A* After.

Fig. 508.

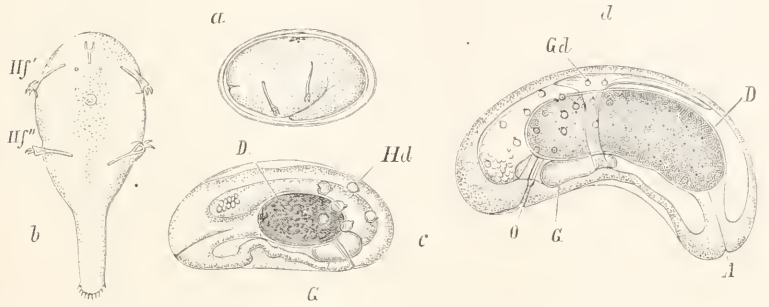


Nervensystem von *Pentastomum taenioides*, nach R. Leuckart. *Oe* Oesophagus, *G* Gehirn, *Ug* Untere Schlundganglienmasse mit den austretenden Nerven, *D* Anfang des Mitteldarmes.

Die Zungenwürmer leben im geschlechtsreifen Zustande in Lufträumen von Warmblütern und Reptilien. Durch R. Leuckart's Untersuchungen wurde die Entwicklungsgeschichte für *Pentastomum taenioides* bekannt, welches sich in den Nasenhöhlen und im Stirnsinus des Hundes und Wolfes aufhält. Die Embryonen dieser Art gelangen in den Eihüllen mit dem Schleime nach aussen auf Pflanzen und von da in den Magen des Kaninchens und Hasen, seltener in den des Menschen. Dieselben durchsetzen dann, von den Eihüllen befreit, die Darmwandungen, kommen in die Leber und umgeben sich mit einer Kapsel, in welcher sie eine Reihe von Veränderungen durchlaufen und sich nach Art der Insectenlarven mehrmals häuten. (Fig. 509.) Erst nach Verlauf von sechs Monaten haben sie eine ansehnliche Grösse erlangt und die vier Klammerhaken, sowie zahlreiche feingezähnelte Ringel der Oberfläche erhalten; sie sind in das früher als *P. denticulatum* bezeichnete Stadium eingetreten, in welchem sie sich von Neuem auf die Wanderung begeben, die Kapseln durchbrechen, die Leber durchsetzen und, falls sie in grösserer Zahl vorhanden sind, den Tod des Wirthes veranlassen, im andern Falle dagegen bald von einer

neuen Cyste umschlossen werden. Gelangen sie zu dieser Zeit mit dem Fleische des Hasen oder Kaninchens in die Rachenhöhle des Hundes, so dringen sie von da in die benachbarten Lufträume und bilden sich in Zeit von zwei bis drei Monaten zu Geschlechtsthieren aus.

Fig. 509.



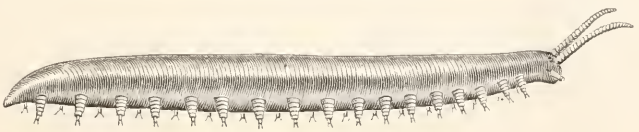
Entwicklungsstadien von *Pentastomum taenioides*, nach R. Leuckart. *a* Ei mit Embryo. — *b* Embryo mit den beiden Hakenfusspaaren *Hf'* und *Hf''*. — *c* Larve aus der Leber des Kaninchens. *G* Ganglion, *D* Darm, *Hd* Hautdrüsen. — *d* Aeltere Larve. *O* Mund, *A* After, *Gd* Geschlechtsdrüse.

Pentastomum taenioides Rud., 80—85 Mm., Männchen 18—20 Mm. lang. *P. multicinctum* Harl., in der Leber von Naja haje. *P. constrictum* v. Sieb. Eingekapselt in der Leber der Neger in Aegypten.

III. Classe. Onychophora [1]), Onychophoren.

Tracheaten mit gestrecktem wurmförmigen Leib, mit zwei Fühlern und kurzen, weniggliedrigen, mit Klauen bewaffneten Beinpaaren.

Fig. 510.



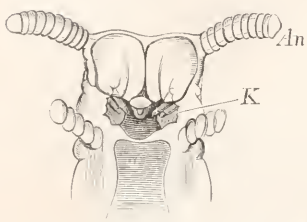
Peripatus capensis, nach Moseley.

Die Onychophoren mit der einzigen Gattung *Peripatus* bilden eine interessante, die Anneliden und Tracheaten verbindende Uebergangsgruppe. Dieselben besitzen einen mässig gestreckten Körper, welcher paarige, mit je zwei kleinen Krallen bewaffnete Fussstummel (siebzehn bis über dreissig Paare) trägt. (Fig. 510.) Der wohl gesonderte Kopf ist mit einem Antennenpaar und

[1]) E. Grube, Ueber den Bau des Peripatus Edwardsii. Müller's Archiv, 1853. Moseley, On the Structure and Development of Peripatus capensis. Philos. Transactions, 1875. F. M. Balfour, The Anatomy and Development of Peripatus capensis. Quart. Journ. Microsc. Scienc., Vol. XXIII, 1883. Ed. Gaffron, Beiträge zur Anatomie und Histologie des Peripatus. Zool. Beiträge, herausg. von Schneider. Bd. I, H. 1. Breslau, 1883, 1885. J. Kennel, Entwicklungsgeschichte von Peripatus Edwardsii Blanch. und Peripatus torquatus n. sp. I. und II. Theil. Arbeiten aus dem zool.-zoot. Institut Würzburg, Tom. VII, 1884; Tom. VIII, 1886. A. Sedgwick, A Monograph of the development of Peripatus capensis. Quart. Journ. of Microsc. Scienc., 1888.

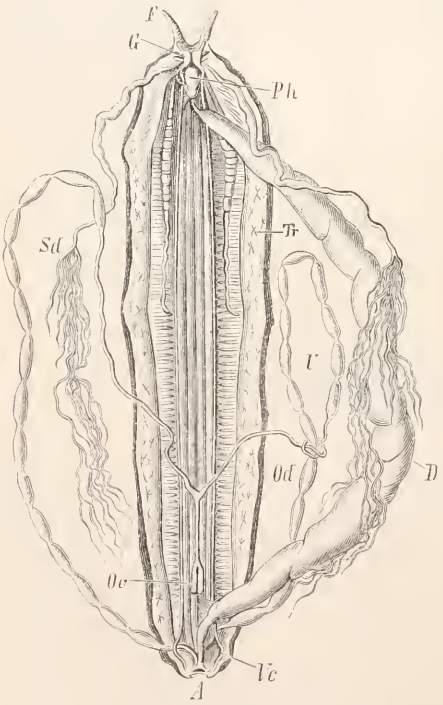
zwei einfachen Seitenaugen versehen. An seiner Unterseite (Fig. 511) liegt unter einer grossen vorspringenden Sauglippe die Mundöffnung mit einem Chitinkrallen tragenden Kieferpaar und zwei kurzen, undeutlich gegliederten Mundpapillen. Das Nervensystem zeichnet sich durch die auffallende Entfernung seiner beiden Hälften aus. Das paarige Gehirnganglion entsendet zwei mit Ganglienzellen belegte Nervenstränge (nach Balfour mit Anschwellungen in jedem Segmente), welche sich dicht unterhalb des Schlundes zwar nähern, aber in ihrem weiteren Verlaufe bis zum Hinterleibsende getrennt bleiben. (Fig. 512.) In ihrer ganzen Länge durch feine Quercommissuren verbunden, vereinigen sie sich erst am Hinterleibsende. Der Darm beginnt mit muskulösem Schlunde und verläuft gerade gestreckt durch den Körper; der After liegt endständig. In den Mund öffnen sich durch einen gemeinsamen kurzen Gang zwei seitliche, in den Muskelschlauch eingebettete Drüsenschläuche (Speicheldrüsen). Als Herz fungirt ein durch die ganze Länge des Körpers sich erstreckendes Rückengefäss mit paarigen, segmental angeordneten Ostien. Nach Moseley's Entdeckung ist ein mächtig entwickeltes Tracheensystem vorhanden. Die Stigmen liegen über die ganze Oberfläche unregelmässig vertheilt und führen jedes in ein kurzes Rohr, von dem aus zarte, sehr lange Tracheen in einem dichten Büschel entspringen. Als Excretionsorgane finden sich in jedem Segmente (mit Ausnahme der vordersten und des vorletzten Segmentes) ein Paar von Segmentalorganen, welche mit geschlossenem Endsäckchen beginnen und ventralwärts an der Basis der Füsschen mittelst einer Blase nach aussen führen. Langgestreckte Schleimdrüsen münden an den Mundpapillen und erzeugen durch ihr Secret ein Gewebe von zähen Fäden. Die Onychophoren sind getrennten Geschlechts. Die Ovarien führen in zwei mit Receptaculum seminis versehene, als Uterus

Fig. 511



Kopf eines *Peripatus*-Embryos, nach Moseley. *An* Antennen, *K* Kiefer, über denselben die Ectodermwülste, welche zum Gehirn werden.

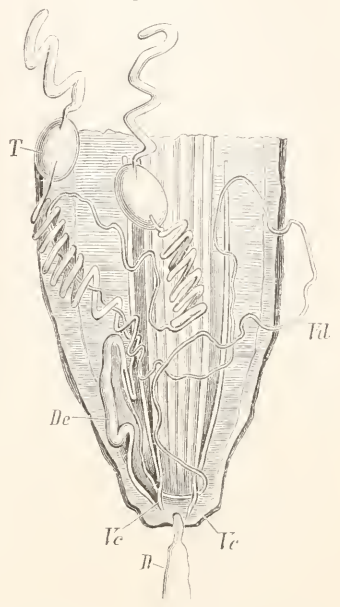
Fig. 512.



Anatomie eines weiblichen *Peripatus*, nach Moseley. *F* Fühler, *G* Gehirn mit den ventralen Nervensträngen (*Vc*), *Ph* Pharynx, *D* Darm, *A* After, *Sd* Schleimdrüsen, *Tr* Tracheenbüschel, *Ov* Ovarien, *Od* Oviducte, *U* Uterus.

fungirende Eileiter, die am vorletzten Segmente mit gemeinsamer Vagina ausmünden. Die Hoden gehen in lange gewundene Samenleiter über und münden an gleicher Stelle wie die Vagina mittelst unpaaren Ductus ejaculatorius. (Fig. 513.) Ausserdem besitzt das Männchen bei *Peripatus capensis* eine accessorische Drüse, welche am letzten Beinpaare ausmündet. Die Entwicklung erfolgt im Uterus, an dessen Wand sich das Ei festsetzt und die Embryonalentwicklung durchläuft. An dem mittelst Placenta sich ernährenden Embryo bildet sich eine Hüllhaut als Amnion. Der anfangs halbkugelige, später birnförmige und dann Hutpilz-förmige Embryonalleib gewinnt Mund und After und beginnt, sich in der Richtung von vorne nach hinten zu segmentiren. Sodann wachsen die Extremitäten hervor, am Kopfabschnitt die Tentakeln, am ersten vom Mund durchbrochenen Rumpfsegmente die in die Mundhöhle rückenden Kiefer, am zweiten die ebenfalls in die Mundhöhle einwachsenden Papillen der Schleimdrüsen. Der mit der Placenta verbundene Nabelstrang bleibt noch eine Zeit lang am ersten Rumpfsegmente befestigt. Die Entwicklung ist demnach eine secundär zusammengezogene und stark abgekürzte. Wahrscheinlich ist die Onychophorengruppe direct von den Anneliden abzuleiten. Die Thiere leben an feuchten Orten unter faulendem Holze.

Fig. 513.



Körperende eines männlichen *Peripatus*, nach Moseley. *T* Hoden, *Vd* Vasa deferentia, *De* Ductus ejaculatorius, *D* Afterdarm, *Ve* ventrale Ganglienstränge.

Fam. *Peripatidae*. *Peripatus Edwardsii* Blanch., Cayenne, mit dreissig Beinpaaren. *P. capensis* Gr. (Fig. 510), mit siebzehn Beinpaaren. *P. Blainvillei* Blanch., Chile. *P. Novae Zealandiae* Hutt.

IV. Classe. Myriapoda[1]), Tausendfüsse.

Tracheaten mit gesondertem Kopf und zahlreichen, ziemlich gleichgebildeten Leibessegmenten, mit einem Fühlerpaare, mit zwei oder drei Paaren von Kiefern und zahlreichen Beinpaaren.

[1]) J. F. Brandt, Recueil des mémoires relatifs à l'ordre des Insectes Myriapodes. St.-Pétersbourg, 1841. G. Newport, On the organs of reproduction and the development of the Myriapoda. Philos. Transactions, 1841. Fr. Stein, Ueber die Geschlechtsverhältnisse der Myriapoden etc. Müller's Archiv, 1842. Koch. System der Myriapoden. Regensburg, 1847. M. Fabre, Recherches sur l'anatomie des organes reproducteurs et sur le développement des Myriapodes. Ann. des sc. nat., IVe sér., Tom. III. Fr. Meinert, Danmarks Chilognather. Naturh. Tidsskrift, 3 R., Tom. V. Derselbe,

Unter allen Arthropoden schliessen sich die Tausendfüsse durch die gleichmässige Gliederung ihres langgestreckten, bald cylindrischen, bald mehr flachgedrückten Leibes und durch die Art ihrer Bewegung neben den Onychophoren am meisten den Anneliden an.

Der Kopf der Myriapoden stimmt im Wesentlichen mit dem Kopfe der Insecten überein und trägt wie dieser ein Antennenpaar, die Augen, die jedoch niemals wahre Facettenaugen sind, und drei (beziehungsweise zwei) Paare von Kiefern. Die Antennen sitzen der Stirn auf und sind meist schnur- oder borstenförmig. Von den Kiefern gleichen die kräftig bezahnten Mandibeln denen der Insecten, mit welchen sie auch den Mangel eines Tasters gemeinsam haben. Die Maxillen bilden bei den *Chilognathen* eine complicirte, gelappte Mundklappe (*Gnathochilarium*), deren Theile man früher auf zwei miteinander verwachsene Maxillenpaare zurückführte. (Fig. 524 *b*.) Indessen ist es ontogenetisch erwiesen, dass diese Klappe von den Gliedmassen nur eines Segmentes gebildet wird. Bei den *Chilopoden* tritt an beiden Maxillen eine Lade, sowie ein kurzer Taster auf. In seltenen Fällen sind die Mundtheile zu einem Saugapparate umgebildet (*Polyzonium*).

Der auf den Kopf folgende Leib setzt sich aus gleichartigen und deutlich gesonderten Segmenten zusammen, welche in sehr verschiedener, für die einzelnen Arten meist jedoch constanter Zahl auftreten, oft in festere Rücken- und Bauchplatten zerfallen und Gliedmassenpaare tragen. Erscheint auch fast durchweg die Homonomität der Leibessegmentirung so vollständig, dass eine Abgrenzung von Brust und Abdomen unmöglich wird, so deuten doch Verhältnisse der inneren Organisation, insbesondere die Verschmelzung der drei ersten Ganglienpaare der Bauchkette darauf hin, dass wir die drei vorderen Leibesringe wenigstens der *Chilognathen* als Thorax zu betrachten haben. Bei diesen entspringen an den drei bis fünf vorderen Segmenten je nur ein Paar, an den nachfolgenden Leibesabschnitten dagegen fast durchweg zwei Paare von Beinen, so dass man diese Abschnitte als durch Verschmelzung von je zwei Segmenten entstandene Doppelringe aufzufassen hat. Die Beine heften sich bald mehr an den Seiten (*Chilopoden*), bald mehr der Mittellinie genähert auf der Bauchfläche (*Chilognathen*) an und sind meist kurze sechs- bis siebengliedrige, mit Krallen endigende Extremitäten. (Fig. 514 und 515.)

In dem Bau der inneren Organe zeigen die Myriapoden eine grosse Uebereinstimmung mit den Insecten. Das *Nervensystem* zeichnet sich durch die bedeutende Streckung der Bauchganglienkette aus, welche die ganze Körperlänge durchsetzt und in jedem Segmente zu einem Ganglienknoten anschwillt. Dem unteren Schlundganglion geht eine gesonderte untere Quercommissur voraus,

Scolopendrer og Lithobier. Ebendaselbst, Tom. V, 1868. Grenacher, Ueber die Augen einiger Myriapoden. Archiv für mikrosk. Anatomie, Tom. XVIII, 1880. Latzel, Die Myriapoden der österreichisch-ungarischen Monarchie, I. und II. Wien, 1880, 1884. E. Metschnikoff, Embryologisches über Geophilus. Zeitschr. für wiss. Zool. Tom. XXV, 1875.

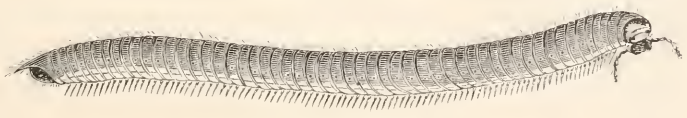
wie sie auch bei *Machilis* und verschiedenen Insecten nachgewiesen ist, und vielleicht auf den Schwund eines dem zweiten Antennenpaare der Crustaceen entsprechenden Gliedmassenpaares hinweist. In diesem Falle würde die Mandibel der Myriapoden und Insecten als zweites postorales Gliedmassenpaar der Mandibel der Crustaceen homodynam sein. Bei den gedrungenen *Pauropoden* und *Symphylen* macht die Ganglienkette in Folge der undeutlichen Sonderung der Längscommissuren den Eindruck eines in Ganglien angeschwollenen Bauchstranges. In den zwei Beinpaare tragenden Segmenten der *Chilognathen* liegen je zwei Ganglien. Auch soll nach Newport ein System von paarigen und unpaaren Eingeweidenerven, ähnlich dem der Insecten, vorhanden sein. *Augen* fehlen nur in seltenen Fällen und treten in der Regel als Ocellen oder durch enges Aneinanderrücken als *gehäufte Punktaugen*, selten (*Scutigera*) als zusammengesetzte Augen auf, deren Bau jedoch mit dem der Facettenaugen nicht völlig übereinstimmt. An den Antennen wurden Riechzapfen mit Nerven und Ganglien, an der Unterlippe der Chilognathen ein ähnlich gestaltetes Sinnesorgan nachgewiesen.

Fig. 514.

Scolopendra morsitans.

Der *Verdauungscanal* durchsetzt mit seltenen Ausnahmen (*Glomeris*) ohne Schlängelungen in gerader Richtung die Länge des Leibes und mündet am letzten Hinterleibsringe durch den After aus. Man unterscheidet eine dünne Speiseröhre, welche mit der Mundöffnung beginnt und wie bei den Insecten zwei bis sechs schlauchförmige Speicheldrüsen aufnimmt, sodann einen weiten, sehr langen Mitteldarm, dessen Oberfläche mit kurzen, in die Leibeshöhle hineinragenden Leberschläuchen dicht besetzt ist, ferner einen Enddarm mit zwei oder vier am Darme sich hinschlängelnden Harncanälen und kurzem, erweitertem Mastdarm.

Fig. 515.

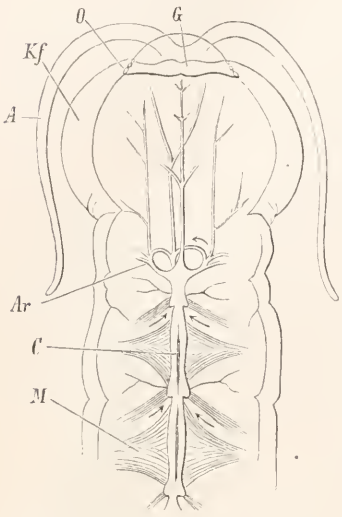


Julus terrestris, nach C. L. Koch.

Als Centralorgan der Blutbewegung erstreckt sich ein langes, pulsirendes *Rückengefäss* durch alle Körpersegmente. (Fig. 516.) Dasselbe gliedert sich der Segmentirung entsprechend in eine grosse Zahl von Kammern, welche bei *Scolopendra* durch flügelförmige Muskeln rechts und links am Rücken befestigt werden. Das Blut tritt aus der Leibeshöhle durch seitliche Spaltenpaare in die Herzkammern ein und strömt theils durch laterale Arterienpaare, theils durch eine vordere, in drei Aeste getheilte Kopfaorta in die Leibeshöhle. Alle Myriapoden athmen durch *Tracheen*, welche wie die der Insecten durch

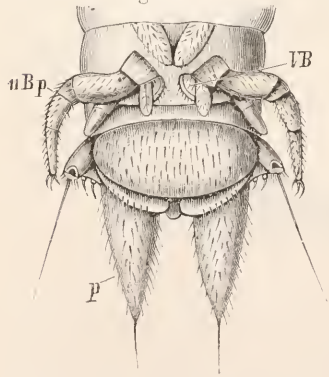
Spaltenpaare an fast allen Segmenten, bald unter den Basalgliedern der Beine, bald in den Verbindungshäuten zwischen Rücken- und Bauchplatten, von aussen die Luft aufnehmen und Büschel verästelter Zweige nach allen Organen abgeben. An den Doppelsegmenten der *Chilognathen* finden sich zwei Stigmenpaare und ebensoviele Büschel von Tracheen, welche unverästelt bleiben und nicht, wie bei den *Chilopoden*, durch Anastomosirung zur Bildung von Längsstämmen führen. Bei *Scutigera* liegen die Stigmen in der Medianlinie am Rücken, und führen in Taschen, von denen eine grosse Zahl einfacher Tracheenröhren ausstrahlen. Bei den *Symphylen* finden sich nur zwei Stigmen, und zwar unter den Fühlern am Kopfe, während die *Pauropoden* der Tracheen überhaupt entbehren. Besondere, den Coxaldrüsen von Peripatus verglichene Drüsen finden sich am Aftersegmente und den vorausgehenden Segmenten der *Chilopoden*, wo sie an den Hüftgliedern der vier bis fünf Beinpaare ausmünden. Bei den *Chilognathen* (*Lysiopetalum*) wurden ausstülpbare Wärzchen am Hüftgliede einer grösseren Zahl von Beinpaaren, jedoch ohne ausreichenden Grund, als Aequivalente solcher Drüsen gedeutet. Hinsichtlich dieser Bildungen scheinen besonders die den Chilognathen sich anschliessenden *Symphylen* (*Scolopendrella*) bemerkenswerth, welche an den Coxalgliedern zahlreicher Beinpaare an der Innenseite eines griffelförmigen Fortsatzes je ein vorstülpbares Drüsenbläschen besitzen. (Fig. 517.) Am Ende des letzten Segmentes finden sich hier zwei, vielleicht Gliedmassen entsprechende Fortsätze mit der Ausmündung einer Spinndrüse.

Fig. 516.



Kopf und vordere Segmente von *Scolopendra*, nach Newport. *G* Gehirn, *O* Augen, *A* Antennen, *Kf* Kieferfuss, *C* Herz, *M* Flügelmuskeln desselben, *Ar* Arterien.

Fig. 517.

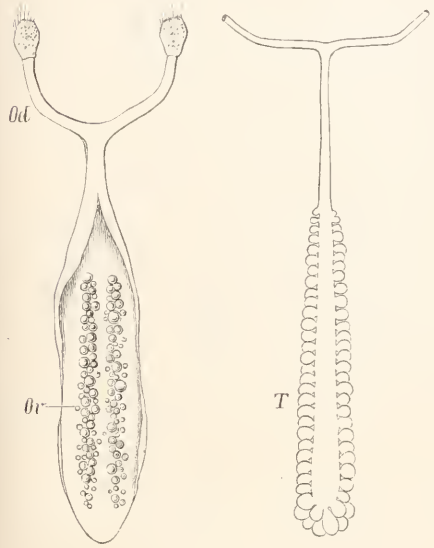


Hinteres Körperende einer jungen *Scolopendrella* nach Latzel. *11 Bp* eilftes Beinpaar, *VB* Vorstülpbares Drüsenbläschen, *p* stiletförmiges Terminalglied mit dem Spinnorgan.

Die Myriapoden sind getrennt geschlechtlich. Ovarien und Hoden entwickeln sich meist als langgestreckte unpaare Schläuche, während die Ausführungsgänge oft paarig auftreten und überall mit accessorischen Drüsen, im weiblichen Geschlechte zuweilen mit doppeltem Receptaculum seminis in Verbindung stehen. (Fig. 518.) Die Geschlechtsöffnungen liegen jederseits am Hüftgliede des zweiten Beinpaares, beziehungsweise hinter diesem Gliedmassenpaare (*Chilognathen*), oder es ist eine unpaare Genitalöffnung am hinteren Körperende vorhanden (*Chilopoden*). (Fig. 519.) Im männlichen Geschlechte

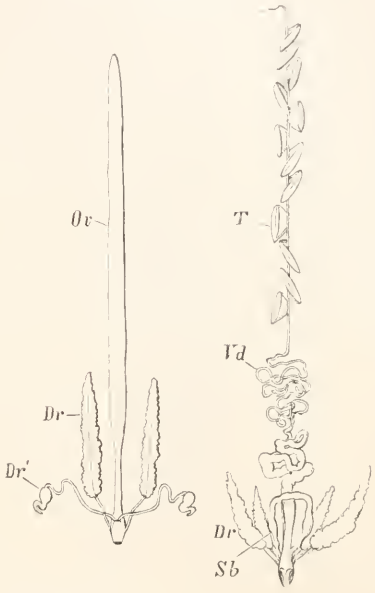
kommen im ersteren Falle häufig noch äussere, von den Geschlechtsöffnungen entfernte Copulationsorgane am siebenten Segmente hinzu, welche sich vor der Begattung mit Sperma füllen und dasselbe während des Coitus in die weibliche Geschlechtsöffnung einführen.

Fig. 518.



Geschlechtsorgane von *Glomeris marginata*, nach Fabre. *T* Hoden, *Ov* Ovarium, *Od* Oviduct.

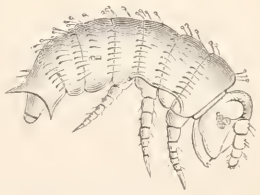
Fig. 519.



Geschlechtsorgane von *Scolopendra complanata*, nach Fabre. *Ov* Ovarium, *T* Hoden, *Vd* Vas deferens, *Dr* Drüsen, *Sb* Samenblase.

Die meist grösseren Weibchen legen ihre Eier in die Erde. Die ausschlüpfenden Jungen entwickeln sich oft mittelst Metamorphose, indem sie anfangs ausser den Fühlern nur drei oder sieben Paare von Beinen und einige wenige gliedmassenlose Segmente besitzen. (Fig. 520.) Unter zahlreichen Häutungen nimmt die Körpergrösse allmälig zu, die Extremitätenpaare sprossen an den bereits vorhandenen Leibesringen hervor, deren Zahl durch neue, von dem Endsegmente sich abschnürende Ringe vervollständigt wird, während sich zugleich die Zahl der Ocellen und Fühlerglieder vermehrt. In anderen Fällen (*Scolopendriden*, *Geophiliden*) besitzt der Embryo bereits sämmtliche Gliedmassenpaare.

Fig. 520.



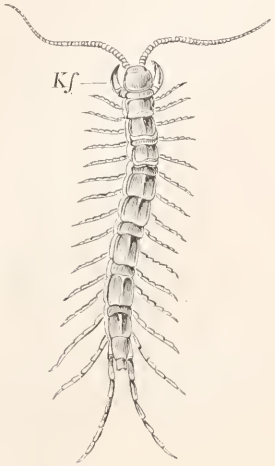
Embryo von *Strongylosoma*, nach E. Metschnikoff.

1. Ordnung. **Chilopoda** [1]**, Chilopoden.**

Von meist flachgedrückter Körperform, mit langen vielgliedrigen Fühlern und zum Raube eingerichteten Mundtheilen, mit nur einem Gliedmassenpaare an jedem Leibesringe.

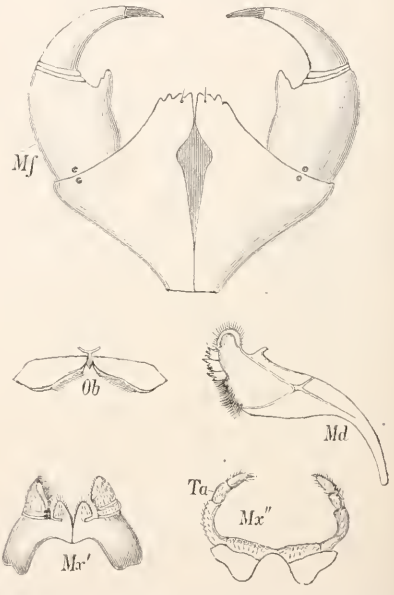
Der langgestreckte, meist flachgedrückte Leib erhärtet an der Rücken- und Bauchfläche der Segmente zu festen Chitinplatten, welche durch weiche Zwischenhäute verbunden sind. Zuweilen entwickeln sich einige der Rückenplatten zu grösseren Schildern, welche die kleinen dazwischen gelegenen Seg-

Fig. 521.



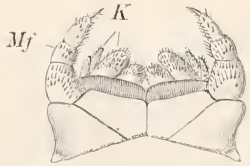
Lithobius forficatus, nach C. L. Koch. *Kf* Kieferfuss.

Fig. 522.



Mundwerkzeuge von *Scolopendra nautica*, nach Stein. *Ob* Oberlippe, *Md* Mandibel, *Mx'* erste, *Mx''* zweite Maxille, *Ta* Taster, *Mf* Maxillarfuss.

Fig. 523.



Mundtheile von *Geophilus*, nach Stein. *K* Kieferpaare, *Mf* Maxillarfuss.

mente dachziegelförmig überdecken. (Fig. 521.) Niemals übersteigt die Zahl der Beinpaare die der gesonderten Segmente, da sich nur ein einziges Paar an jedem Ringe entwickelt. Die Fühler sind lang und vielgliedrig, unter dem Stirnrande eingefügt. Die Augen sind mit Ausnahme der Gattung *Scutigera*, welche zusammengesetzte Augen besitzt, einfache oder gehäufte Punktaugen. Stets sind zwei gesonderte Maxillenpaare vorhanden; das vordere trägt einen kurzen Taster, das zweite bildet eine Art Unterlippe, oft mit ansehnlich verlängertem Taster. (Fig. 522, 523.) Ueberall rückt das vordere Beinpaar der Brust als

[1] Newport, Monograph of the class Myriapoda, order Chilopoda. Linnaean Transactions XIX, 1845. Erich Haase, Schlesiens Chilopoden. I und II. Breslau, 1880—1881. Derselbe, Das Respirationssystem der Symphylen und Chilopoden. Zool. Beiträge, Breslau, I, 2.

eine Art Kieferfuss an den Kopf heran und bildet durch die Verwachsung seiner Hüfttheile eine mediane ansehnliche Platte, an der rechts und links die grossen viergliedrigen Raubfüsse mit Endklaue und Giftdrüse hervorstehen. Die übrigen Beinpaare entspringen an den Seiten der Leibesringe, das letzte, häufig verlängerte Paar streckt sich weit nach hinten über das Endsegment hinaus. Die Geschlechtsorgane münden in einfacher Oeffnung am vorletzten Segmente des Leibes. Die ausschlüpfenden Jungen besitzen bereits sieben (*Lithobius*, *Scutigera*) oder sämmtliche Gliedmassenpaare (*Scolopendra*). Die Chilopoden nähren sich durchweg von Thieren, welche sie mit den Kieferfüssen beissen und durch das in die Wunde einfliessende Secret der Giftdrüse tödten. Einzelne tropische Arten können bei ihrer bedeutenden Körpergrösse selbst den Menschen gefährlich verletzen.

Fam. *Scolopendridae*. Fühler schnurförmig, mit verhältnissmässig fixirter (meist 17) Gliederzahl, nur wenige (4 jederseits) Ocellen, bald mit gleichartigen, bald mit ungleichartigen Körpersegmenten. *Scolopendra* (mit neun Stigmenpaaren) *gigantea* L., aus Ostindien. *Sc. morsitans*, aus dem südlichen Europa. (Fig. 514.) *Cryptops* Leach. (*Scolopendra*), blind. *Cr. hortensis* Leach. (*Sc. germanica* Koch), *Geophilus* (*Geophilidae*) *electricus* L., *G.* (*Himantarium*) *subterraneus* Leach.

Fam. *Lithobiidae*. Mit 15 beintragenden Segmenten, langen vielgliedrigen Fühlern und zahlreichen Ocellen. Einzelne Rückenplatten entwickeln sich zu einer besonderen Grösse und überdecken zum Theil die zwischenliegenden Segmente. *Lithobius forficatus* L. (Fig. 521), *Henicops* Newp.

Fam. *Scutigeridae*. Antennen mindestens von der Grösse des Leibes, Beine lang, die hinteren an Länge zunehmend. Facettenaugen anstatt der Ocellen. Mit 15 beintragenden Segmenten, aber einer geringeren Zahl (8) freier Rückenplatten. *Scutigera coleoptrata* L., Süddeutschland und Italien.

2. Ordnung. **Chilognatha** [1]) **(Diplopoda), Chilognathen.**

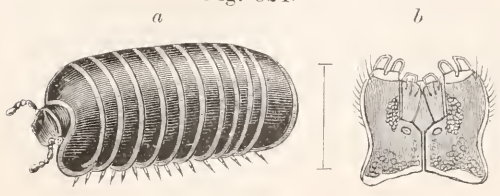
Von drehrunder oder halbcylindrischer Körperform, mit unterer Mundklappe und mit zwei Beinpaaren an jedem (die vorderen Leibessegmente ausgenommen) Segmente. Die Geschlechtsöffnungen liegen am Hüftgliede des zweiten Beinpaares.

Der Leib hat in der Regel eine cylindrische oder halbcylindrische Form, indem die Segmente vollkommene Ringe darstellen oder auch mit besonderen Rückenplatten versehen sind. In vielen Fällen (*Juliden*) ist der Leib sehr langgestreckt (Fig. 515), in anderen verkürzt, asselähnlich (*Glomeris*). (Fig. 524.) Die kurzen Fühler bestehen nur aus sieben Gliedern, von denen das letzte noch dazu verkümmern kann. Die Mandibeln haben breite Kauflächen zum Zer-

[1]) E. Voges, Beiträge zur Kenntniss der Juliden. Zeitschr. für wiss. Zoolog. Tom. XXXI. Vergl. E. Haase, Schlesiens Diplopoden. Zeitschr. für Entomologie, N. F., H. XI, 1886. E. Metschnikoff, Embryologie der doppelfüssigen Myriapoden (Chilognathen). Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XXIV, 1874. O. v. Rath, Beiträge zur Kenntniss der Chilognathen. Bonn, 1886. E. G. Heathcote, The early development of Julus terrestris. Quart. Journ. Microsc. Scienc. Vol. 25, 1883. Derselbe, The postembryon. development of Julus terrestris. Philos. Transact. Roy. Soc. London, 1888.

kleinern von Pflanzentheilen und einen oberen, beweglich eingelenkten, spitzen Zahn. Die Maxillen vereinigen sich zur Herstellung einer unteren Mundklappe, deren Seitentheile zwei hakenförmige rudimentäre Laden tragen, während der mittlere Abschnitt eine Art Unterlippe darstellt. (Fig. 524 *b*.) Die Augen liegen in der Regel als gehäufte Punktaugen oberhalb und auswärts der Fühler.

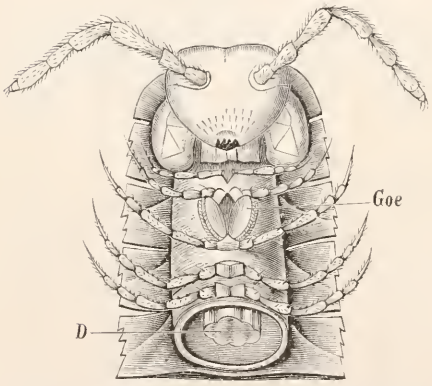
Fig. 524.



a Glomeris marginata, nach C. L. Koch. *b* Untere Mundklappe von *Julus terrestris*.

Meist sind die vorderen Brustbeine nach vorne den Mundwerkzeugen zugekehrt. Stets tragen die drei Brustsegmente und wohl auch noch die zwei nächstfolgenden Segmente einfache, alle nachfolgenden (mit Ausnahme des siebenten im männlichen Geschlechte) doppelte Beinpaare. Stigmen finden sich an allen Segmenten, und zwar unter den Hüftgliedern der Beine mehr oder minder versteckt, an den Doppelsegmenten sind zwei Paare von Stigmen vorhanden. Die häufig als Stigmen angesehenen Porenreihen (*foramina repugnatoria*) zu beiden Seiten des Rückens sind die Oeffnungen von Hautdrüsen, welche zum Schutze des Thieres einen ätzenden Saft entleeren. Bei einer Polydesmide (*Fontaria gracilis*) enthält das Secret dieser Drüsen freie Blausäure. Die Geschlechtsorgane münden am Hüftgliede des zweiten Beinpaares (Fig. 525); im männlichen Geschlechte tritt in einiger Entfernung hinter den Geschlechtsöffnungen am siebenten Leibesringe ein paariges Copulationsorgan hinzu, welches indess bei *Glomeris* durch zwei accessorische Extremitätenpaare am Aftersegmente ersetzt zu sein scheint. Bei den *Symphylen* liegt die unpaare Geschlechtsöffnung am vierten Segmente. Die Jungen besitzen anfangs nur drei Beinpaare (Fig. 520), und die Metamorphose erscheint demnach vollständiger als bei den Chilopoden. Die Chilognathen leben an feuchten Orten unter Steinen am Erdboden, nähren sich von vegetabilischen und wohl auch von abgestorbenen thierischen Stoffen. Viele kugeln sich nach Art der Kugelasseln zusammen oder rollen ihren Leib spiralig ein.

Fig. 525.



Kopf und vordere Segmente von *Polydesmus complanatus*, nach Latzel. *Goe* die weiblichen Geschlechtsöffnungen, *D* Darmcanal.

Fam. *Polyzoniidae*. Mit kleinem Kopf, spiralig aufrollbarem halbcylindrischen Leib und saugenden Mundtheilen. *Polyzonium germanicum* Brdt.

Fam. *Julidae*. Mit grossem freien Kopf, meist gehäuften Augen, spiralig aufrollbarem cylindrischen Körper, ohne verbreiterte Rückenplatten. Die Beine stossen in der Mittellinie zusammen. *Julus sabulosus* L., *J. terrestris* L. (Fig. 515.)

Fam. *Polydesmidae*. Mit grossem freien Kopf und seitlich verbreiterten Rückenplatten, mit geringerer Zahl (19—20) von Leibesringen. *Polydesmus complanatus* Deg., *Strongylosoma* Brdt., *Polyxenus lagurus* L., mit zwölf Beinpaaren.

Fam. *Glomeridae*. Körper verkürzt und breit, zum Zusammenkugeln befähigt, mit nur zwölf bis dreizehn Segmenten, welche weit nach den Seiten herabreichende Dorsalplatten besitzen. Letzter Körperring schildförmig. Erinnern an die Gattung Armadillo unter den Isopoden. *Glomeris marginata* Leach., mit siebzehn Beinpaaren, beim Männchen kommen am hinteren Körperende zwei Paare von Genitalfüssen hinzu. (Fig. 524 *a*.) *Sphaerotherium elongatum* Brdt. Als besondere Ordnungen würden die *Symphylen* (*Scolopendrella* Gerv.) und *Pauropoden* (*Pauropus* Lubb.), die in der Bildung der Mundtheile an die Diplopoden eng anschliessen, hier folgen.

V. Classe. Hexapoda [1]), Insecta, Insecten.

Tracheaten mit zwei Fühlern am Kopf und mit drei Beinpaaren, meist auch zwei Flügelpaaren an der dreigliedrigen Brust, mit neun oder zehngliedrigem Abdomen.

Der Körper der Insecten bringt die drei als Kopf, Brust und Hinterleib unterschiedenen Leibesregionen am schärfsten unter allen Gliederthieren zur Ausprägung und Sonderung. Auch erscheint die Zahl der zur Bildung des Körpers verwendeten Segmente und Gliedmassen fixirt, indem der Kopf mit seinen vier Gliedmassenpaaren aus vier, die Brust oder Thorax aus drei, das Abdomen gewöhnlich aus neun oder zehn (eilf) Segmenten (*Orthopteren*) besteht. (Fig. 526.) Nicht selten betheiligt sich jedoch auch das vordere Abdominalsegment an der Bildung des Thorax.

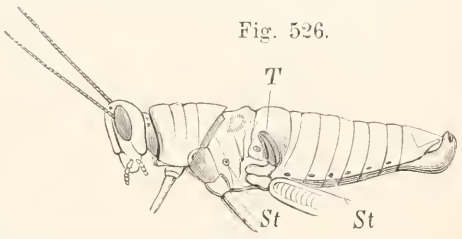


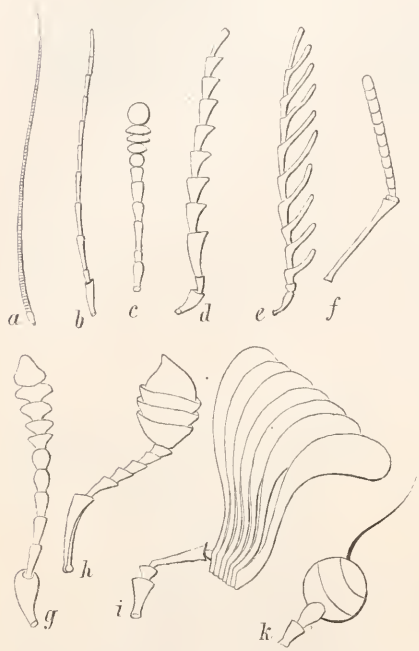
Fig. 526.
Kopf, Brust und Abdomen eines *Acridium* in seitlicher Ansicht. *St* Stigmen, *T* tympanales Organ.

Der fast durchgängig vom Thorax scharf abgesetzte Kopf bildet eine ungegliederte Kapsel, an der man verschiedene Regionen nach Analogie des Wirbelthierkopfes als Gesicht, Stirn, Wange, Kehle, Scheitel, Hinterhaupt etc. unterscheidet. Die obere Seite des Kopfes wird seitlich von den Augen eingenommen und trägt die Fühler, an der unteren inseriren sich in der Umgebung des Mundes die drei Paare von Mundgliedmassen. Die vordersten Gliedmassen, die Fühler, bilden bei den Insecten eine einfache Gliederreihe, variiren aber in Form und Grösse sehr mannigfach. Dieselben entspringen gewöhnlich auf der

[1]) Swammerdam, Historia Insectorum generalis. Utrecht, 1669. Derselbe, Bijbel der natuure. 1737—1738. Réaumur, Mémoires pour servir à l'histoire des Insectes. 12 vols. Paris. 1734—1742. Ch. Bonnet, Traité d'Insectologie. 2 vols. Paris. 1740. A. Rösel von Rosenhof, Insectenbelustigungen. Nürnberg, 1746—1761. Ch. de Geer, Mémoires pour servir à l'histoire des Insectes. 8 vols. 1752—1776. H. Burmeister, Handbuch der Entomologie. Halle, 1832. J. Lubbock, Origin of Insects, 1874. Fr. Brauer, Die unvermittelten Reihen in der Classe der Insecten. Systematisch-zoologische Studien. Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissensch. Wien, 1885.

Stirn und dienen nicht nur zum Tasten, sondern vornehmlich als Spür- oder Geruchsorgane. Man unterscheidet zunächst *gleichmässige* (mit gleichartig gestalteten Gliedern) und *ungleichmässige* Fühlhörner. (Fig. 527.) Erstere erscheinen borstenförmig, fadenförmig, schnurförmig, gesägt, gekämmt: die ungleichmässigen Fühlhörner, an welchen besonders das zweite Glied und die Endglieder eine veränderte Gestalt besitzen, sind am häufigsten keulenförmig, geknöpft, gelappt, gebrochen. Im letzteren Falle ist das erste oder zweite Glied als *Schaft* sehr verlängert und die Reihe der nachfolgenden kürzeren Glieder als *Geissel* winkelig abgesetzt (*Apis*).

Fig. 527.



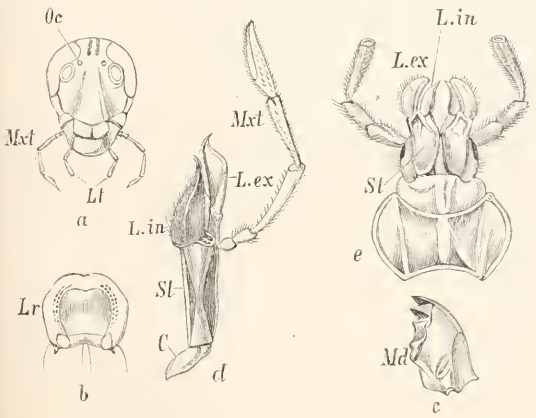
Verschiedene Antennenformen, nach Burmeister. *a* Borstenförmige Antenne von *Locusta*, *b* fadenförmige von *Carabus*, *c* schnurförmige von *Tenebrio*, *d* gesägte von *Elater*, *e* gekämmte von *Ctenicera*, *f* gebrochene von *Apis*, *g* keulenförmige von *Silpha*, *h* knopfförmige von *Necrophorus*, *i* durchblätterte von *Melolontha*, *k* Fühler mit Borste von *Sargus*.

An der Bildung der Mundwerkzeuge nehmen Antheil: die Oberlippe (*labrum*), die Oberkiefer (*mandibulae*), die Unterkiefer (*maxillae*), die Unterlippe (*labium*). (Fig. 528.) Die Oberlippe ist eine am Kopfschilde meist beweglich eingelenkte Platte, welche die Mundöffnung von oben bedeckt. Unterhalb der Oberlippe entspringen rechts und links die Mandibeln oder Oberkiefer, zwei stets *tasterlose* Kauplatten, welche jeglicher Gliederung entbehren, aber deshalb bei der Zerkleinerung der Nahrung um so kräftiger wirken. Complicirter sind die Unterkiefer oder Maxillen gebaut, welche bei ihrer Zusammensetzung aus zahlreichen Stücken eine zwar vielseitigere, aber schwächere Leistung beim Kaugeschäft übernehmen. Man unterscheidet an der Maxille ein kurzes Basalglied (*cardo*), einen Stiel oder Stamm (*stipes*) mit einem äusseren Schuppengliede (*squama palpigera*), welchem ein mehrgliedriger Taster (*palpus maxillaris*) aufsitzt, ferner am oberen Rande des Stammes zwei zum Kauen dienende Platten als äussere und innere Laden (*lobus externus*, *internus*). Die Unterlippe entspringt an der Kehle und ist als ein zweites Paar von Maxillen anzusehen, deren Theile in der Mittellinie an ihrem Innenrande verschmolzen sind. Selten bleiben alle Abschnitte des Unterkieferpaares an der Unterlippe nachweisbar, da mit der Verschmelzung in der Regel Verkümmerung und Ausfall gewisser Theile verbunden ist, indessen gibt es Fälle, welche diesen Nachweis vollständig gestatten (*Orthopteren*). (Fig. 528.) Während die Unterlippe meist auf eine einfache Platte mit zwei seitlichen Lippentastern (*palpi labiales*) reducirt ist, unter-

scheidet man an der Unterlippe der Orthopteren ein unteres, an der Kehle befestigtes Stück (*submentum*) von einem nachfolgenden, die beiden Taster tragenden Abschnitte, dem Kinn (*mentum*), auf dessen Spitze sich die Lippe oder Zunge (*glossa*) zuweilen noch mit Nebenzungen (*paraglossae*) erhebt. Das Unterkinn entspricht nachweisbar den verschmolzenen Angelgliedern, das Kinn den verschmolzenen Stielen, die einfache oder zweispaltige Zunge den inneren Laden, die Nebenzungen den getrennt gebliebenen äusseren Laden. Mediane Hervorragungen an der inneren Fläche der Oberlippe und Unterlippe werden als *Epipharynx* und *Hypopharynx* unterschieden.

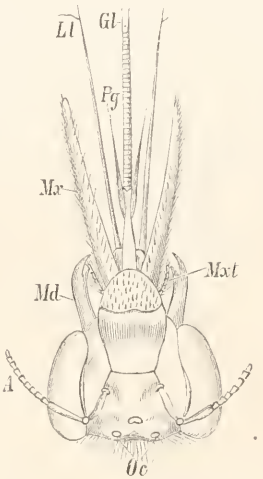
Im Gegensatze zu den kauenden oder beissenden Mundtheilen treten überall da, wo eine flüssige Nahrung aufgenommen wird, so auffallende Um-

Fig. 528.



Mundtheile einer *Blatta*, nach Savigny. *a* Kopf von vorne. *Oc* Ocellen, *Mxt* Maxillartaster, *Lt* Lippentaster. — *b* Oberlippe (Labrum *Lr*). — *c* Mandibel (*Md*). — *d* Maxille. *C* Cardo, *St* Stipes, *L. in* Lobus internus, *L. ex* Lobus externus. — *e* Unterlippe deutlich aus zwei Hälften zusammengesetzt.

Fig. 529.

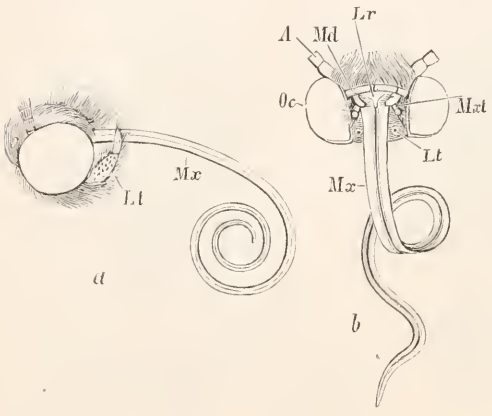


Mundtheile von *Anthophora retusa*, nach Newport. *A* Antennen, *Oc* Nebenaugen, *Md* Mandibeln, *Mx* Maxille, *Mxt* Maxillartaster, *Lt* Labialtaster, *Gl* Glossa, Zunge, *Pg* Paraglossae.

formungen einzelner oder aller Mundtheile ein, dass erst der Scharfblick von Savigny ihre morphologische Uebereinstimmung nachzuweisen vermochte. Den *Beisswerkzeugen*, welche sich in den Ordnungen der *Coleopteren*, *Neuropteren* und *Orthopteren* finden, schliessen sich am nächsten die Mundtheile der *Hymenopteren* an, welche als leckende bezeichnet werden können. (Fig. 529.) Oberlippe und Mandibeln stimmen mit den Kauwerkzeugen überein, dagegen sind Maxillen und Unterlippe mehr oder minder beträchtlich verlängert und zum Lecken und Aufsaugen von Flüssigkeiten umgebildet. *Saugende* Mundwerkzeuge treten bei den *Lepidopteren* auf, deren Maxillen sich zu einem *Rollrüssel* zusammenlegen, während die übrigen Theile mehr oder minder verkümmern. (Fig. 530.) Die *stechenden* Mundtheile der *Dipteren* und *Rhynchoten* endlich besitzen ebenfalls einen meist aus der Unterlippe hervorgegangenen

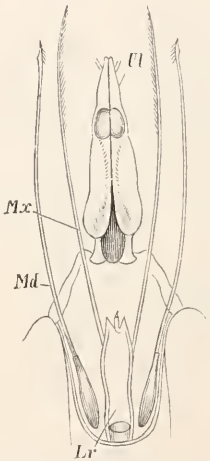
Saugapparat, aber zugleich stiletförmige Waffen, vermittelst deren sie sich Zugang zu den aufzusaugenden Nahrungsflüssigkeiten verschaffen. (Fig. 531, 532.) Als solche erscheinen sowohl die Mandibeln als die Unterkiefer, selbst Hypopharynx und Epipharynx in zahlreichen Modificationen verwendet. Da diese Stechwaffen aber auch vollständig verkümmern oder wenigstens functionsunfähig werden können, so begreift es sich, dass zwischen stechenden und saugenden Mundtheilen keine scharfe Grenze zu ziehen ist. Es gibt jedoch noch eine grosse Zahl von Modificationen saugender und stechender Mundtheile (*Phryganiden*, *Puliciden*), die noch durch abweichende Gestaltungsverhältnisse der Larvenmundtheile vermehrt werden (*Osmylus*, *Myrmeleo*). Nicht selten weichen dieselben dann, der Ernährungsweise entsprechend, von denen des Imago ab, und es vollzieht sich die Umwandlung während des Puppenlebens.

Fig. 530.



Mundtheile von Schmetterlingen, nach Savigny. *a* Von *Zygaena*, *b* von *Noctua*. *A* Antenne, *Oc* Augen, *Lr* Oberlippe, *Md* Mandibel, *Mx* Maxille, *Mxt* Maxillartaster, *Lt* Labialtaster, in *b* abgeschnitten.

Fig. 531.



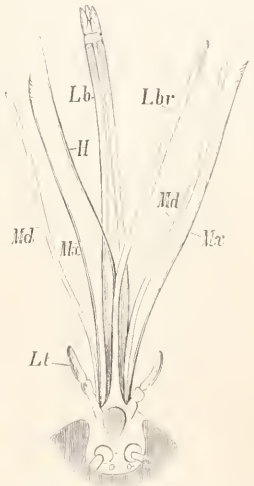
Mundtheile von *Nepa cinerea*, nach Savigny. *Lr* Oberlippe, *Ul* Unterlippe oder Rostrum, *Md* Mandibel, *Mx* Maxille.

Der zweite Hauptabschnitt des Insectenleibes, der *Thorax*, verbindet sich mit dem Kopfe stets durch einen engen Halstheil und besteht aus drei Segmenten, welche die drei Beinpaare und auf der Rückenfläche in der Regel zwei Flügelpaare tragen. Diese Segmente, *Prothorax*, *Mesothorax* und *Metathorax*, sind selten einfache hornige Ringe, sondern setzen sich in der Regel aus mehrfachen, durch Nähte verbundenen Stücken zusammen. Man unterscheidet zunächst an jedem Segmente Rückenplatte, Seitenstücke und Bauchplatte als *Notum*, *Pleurae* und *Sternum* und bezeichnet dieselben nach den drei Brustringen als *Pro-*, *Meso-* und *Metanotum*, *Pro-*, *Meso-* und *Metasternum*. Während die Seitenstücke in ein vorderes (*Episternum*) und ein hinteres Stück (*Epimerum*) zerfallen, hebt sich auf dem Mesonotum eine mediane dreieckige Platte als Schildchen (*Scutellum*) ab, auf welches nicht selten ein ähnliches, aber kleineres Hinterschildchen (*Postscutellum*) am Metanotum folgt. Die Art, wie sich die

drei Thoracalabschnitte mit einander verbinden, wechselt nach den einzelnen Ordnungen. Bei den *Coleopteren*, *Neuropteren*, *Orthopteren* und vielen *Rhynchoten* bleibt der Prothorax frei beweglich, während die Vorderbrust in allen anderen Fällen als ein relativ kleinerer Ring mit dem nachfolgenden Segmente zu einem Abschnitte verschmilzt.

An der Bauchfläche lenken sich drei Beinpaare in Ausschnitten des Hautpanzers, den sogenannten Hüftpfannen, zwischen Sternum und Pleurae ein. Mehr als irgend einer anderen Arthropodengruppe erscheinen die Glieder des Insectenbeines der Zahl und Grösse nach fixirt, so dass man fünf Abschnitte unterscheiden kann. Ein kugeliges oder walzenförmiges Coxalglied (*coxa*) vermittelt die Einlenkung und freie Bewegung der Extremität in der Gelenkpfanne. Diesem folgt ein zweiter, sehr kurzer Ring, der zuweilen in zwei Stücke zerfällt, in anderen Fällen mit dem nachfolgenden Abschnitte verschmilzt, der Schenkelring (*trochanter*). Der dritte, durch Stärke und Umfang am meisten hervortretende Abschnitt ist der langgestreckte Schenkel (*femur*), dem sich das dünnere, aber ebenfalls gestreckte, an der Spitze mit beweglichen Dornen bewaffnete Schienbein (*tibia*) anschliesst. Der letzte Abschnitt endlich, der Fuss (*tarsus*), ist minder beweglich eingelenkt. Derselbe bleibt nur in seltenen Fällen einfach und wird in der Regel aus einer Reihe (meist fünf) hintereinander liegender Glieder zusammengesetzt, von denen das letzte mit beweglichen Krallen, Fussklauen, und wohl auch lappenförmigen Anhängen, Afterklauen, endet. Natürlich wechselt die specielle Gestaltung des Beines nach der Art der Bewegung und des besonderen Gebrauches mannigfach, so dass man Lauf-, Gang-, Schwimm-, Grab-, Sprung- und Raubbeine unterscheidet. (Fig. 533.) Bei den letzteren, welche nur die Vorderbeine betreffen, werden Schienbein und Fuss wie die Klinge eines Taschenmessers gegen den Schenkel zurückgeschlagen (*Mantis*, *Nepa*). Die Springbeine, zu welchen sich die hinteren Extremitäten gestalten, charakterisiren sich durch die kräftigen Schenkel (*Acridium*), während als Grabbeine vorzüglich die vorderen Extremitäten zur Entwicklung kommen und an den breiten, schaufelartigen Schienen kenntlich sind (*Gryllotalpa*). An den Schwimmbeinen sind alle Theile flach und dicht mit langen Schwimmhaaren besetzt (*Naucoris*). Die Gangbeine endlich unterscheiden sich von den gewöhnlichen Laufbeinen durch die breite, haarige Sohle des Tarsus (*Lamia*).

Fig. 532.



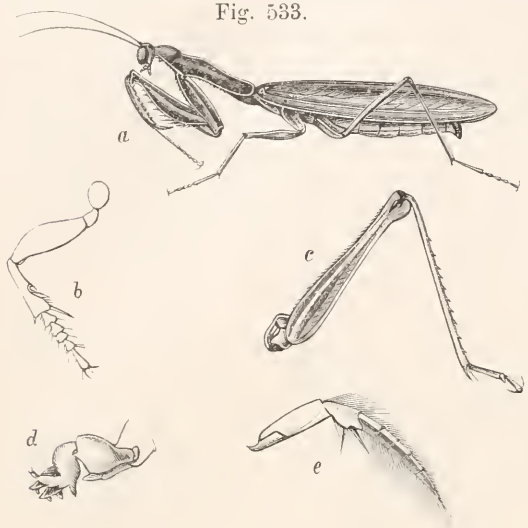
Mundtheile von *Culex nemorosus* ♀, nach Becher. *Lbr* Oberlippe, *Lb* Unterlippe (Rüssel), *Lt* Labialtaster, *Md* Mandibel, *Mx* Maxille, *H* Hypopharynx (Stechborste).

Die Flügel[1]), ihrem Ursprunge nach vielleicht aus Tracheenkiemen (Gegenbaur) ableitbar oder als seitliche Fortsätze der Rückenplatten (*Calo-*

[1]) G. E. Adolph, Ueber Insectenflügel. Nova Acta Leop. Carol. 1880.

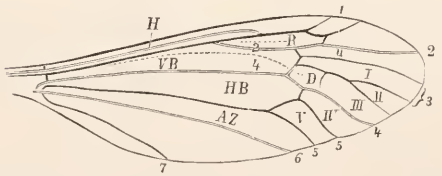
termes, Fritz Müller) entstanden, beschränken sich durchweg auf das ausgebildete geschlechtsreife Insect, dem sie nur in verhältnissmässig seltenen Fällen fehlen. Dieselben heften sich an der Rückenfläche von Meso- und Metathorax zwischen Notum und Pleurae in Gelenken an. Die dem Mesothorax zugehörigen Flügel sind die *Vorderflügel*, die nachfolgenden des Metathorax die *Hinterflügel*. Ihrer Form und Bildung nach handelt es sich um dünne, flächenhaft ausgebreitete Platten, welche aus zwei am Rande continuirlich verbundenen, fest an einander haftenden Häuten bestehen und meist bei einer zarten, glasartig durchsichtigen Beschaffenheit von verschiedenen stark chitinirten Leisten, *Adern* oder *Rippen*, durchzogen werden. (Fig. 534.) Die Rippen nehmen einen bestimmten und systematisch wichtigen Verlauf und sind Zwischenräume beider Flügelplatten mit stärker chitinisirter Umgebung, zur Aufnahme von *Blutflüssigkeit*, *Nerven* und besonders *Tracheen*, deren Ausbreitung dem Verlaufe der Flügeladern entspricht. Daher entspringen die letzteren durchweg von der Wurzel des Flügels aus mit zwei oder drei Hauptstämmen und geben besonders an der oberen Hälfte desselben ihre Aeste ab. Der erste Hauptstamm, welcher unterhalb des oberen Flügelrandes verläuft, heisst *Randrippe* (*Costa*) und endet oft mit einer hornigen Erweiterung, dem *Flügelpunkt*. Unterhalb derselben verläuft eine zweite Hauptader, *Radius*, und hinter derselben eine dritte, die *Hinterrippe*, *Cubitus*, welche selten einfach bleibt, sondern meist schon vor der Mitte gabelförmig in Aeste zerfällt, die sich häufig von Neuem spalten, so dass auf der oberen Hälfte des Flügels ein mehr oder minder complicirtes Maschenwerk von Feldern entsteht. Diese letzteren unterscheidet man wieder in *Randfelder* oder *Radialzellen* und in *Unterrandfelder* oder *Cubitalzellen*. Endlich

Fig. 533.



Beinformen (règne animal). *a Mantis* mit Raubbein, *b* Laufbein eines *Carabus*, *c* Sprungbein von *Acridium*, *d* Grabbein von *Gryllotalpa*, *e* Schwimmbein eines *Dytiscus*.

Fig. 534.



Flügel von *Tipula*, nach Fr. Brauer. *H* Subcosta, *1* erste Längsader (Costa mediana), *2* Radialader (Radius oder Sector), *3* Cubitalader, *4* Discoidalader (oder Cubitus anticus), *5* Submediana (oder Cubitus posticus), *6* Analader (oder Postcosta), *7* Axillarader, *R* Randzelle, *U* Unterrandzelle, *D* Discoidalzelle, *I—V* Hinterrandzellen, *VB* vordere Basalzelle, *HB* hintere Basalzelle, *AZ* Analzelle.

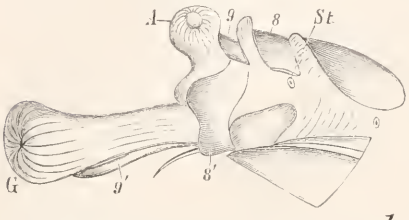
kommen nicht selten noch eine oder mehrere untere Adern (*Analader*, *Axillarader*) hinzu. Auch Form und Beschaffenheit der Flügel zeigen mannigfache Modificationen. Die Vorderflügel können durch stärkere Chitinisirung der Substanz, wie z. B. bei den *Orthopteren* und *Rhynchoten* pergamentartig werden, oder wie bei den *Coleopteren* eine feste, hornige Beschaffenheit erhalten und als Flügeldecken (*Elytra*) weniger zum Fluge als zum Schutze des weichhäutigen Rückens dienen. Grossentheils hornig, nur an der Spitze häutig, sind die Vorderflügel in der *Rhynchoten*gruppe der *Hemipteren*, während die Hinterflügel auch hier häutig bleiben. Behalten beide Flügelpaare eine häutige Beschaffenheit, so wird ihre Oberfläche entweder mit Schuppen dicht bedeckt (*Lepidopteren* und *Phryganiden*), oder sie bleibt nackt mit sehr deutlich hervortretender Felderung, welche sich nicht selten, wie bei den Netzflüglern (*Neuropteren*) zu einem dichten, netzartigen Maschenwerke gestalten kann. In der Regel ist die Grösse beider Flügelpaare verschieden, indem die Insecten mit pergamentartigen Vorderflügeln und mit halben oder ganzen Flügeldecken weit umfangreichere Hinterflügel besitzen, bei den Insecten mit häutigen Flügeln dagegen die Vorderflügel an Grösse meist bedeutend überwiegen. Indessen besitzen viele *Neuropteren* ziemlich gleichgrosse Flügelpaare, während bei den *Dipteren* die Hinterflügel zu Schwingkölbchen oder *Halteren* verkümmern. Auch gibt es in allen Insectenordnungen Beispiele von rudimentären Flügeln oder von gänzlichem Flügelmangel in beiden Geschlechtern oder nur in einem, meist im weiblichen, ausnahmsweise im männlichen Geschlechte; in allen diesen Fällen ist der Flügelmangel ein secundärer, wie überhaupt nur die *Thysanuren* als ursprünglich flügellose Formen zu betrachten sein dürften.

Der dritte Leibesabschnitt, der den grössten Theil der vegetativen Organe und die Organe der Fortpflanzung in sich einschliesst, ist der gestreckte und wohlsegmentirte Hinterleib, das *Abdomen*. Beim ausgebildeten Insect gliedmassenlos, trägt derselbe sehr häufig im Larvenleben, ausnahmsweise auch am Geschlechtsthiere (*Japyx*) kurze Extremitäten. Die abdominalen Leibesringe sind von einander durch weiche Verbindungshäute deutlich abgegrenzt und setzen sich aus einfachen Rücken- und Bauchschienen zusammen, welche seitlich ebenfalls durch weiche, eingefaltete Gelenkhäute in Verbindung stehen. Ein solcher Bau gestattet dem Hinterleibe, welcher die Respirations- und Geschlechtsorgane in sich einschliesst, eine Erweiterung und Verengerung (bei der Respirationsbewegung, Schwellung der Ovarien). Sehr oft gewinnen die hinteren Segmente durch verschiedene, auf die Begattung und Eiablage bezügliche Anhänge eine besondere Gestaltung. Am letzten Bauchringe liegt gewöhnlich der After, während die Geschlechtsöffnung, von demselben gesondert, an der Bauchseite des vorausgehenden Segmentes mündet. (Fig. 535.) Terminale Anhänge treten als gegliederte Fäden, Reife etc. am Aftersegmente auf. Dagegen entspringen die appendices genitales, welche die „armure génitale“ bilden, an der Bauchseite in der Umgebung der Geschlechtsöffnung. Beim Männchen als Klappen, beim Weibchen in Form von Legebohrern und Lege-

stacheln entwickelt, sind dieselben aus Imaginalscheiben (Wucherungen der Hypodermis) bei den *Hymenopteren* und Heuschrecken am achten (ein Paar) und neunten (zwei Paare) Abdominalsegmente hervorgegangen. (Fig. 536.) Die Legeröhren der *Dipteren* sind dagegen auf die eingezogenen hinteren Segmente zurückzuführen.

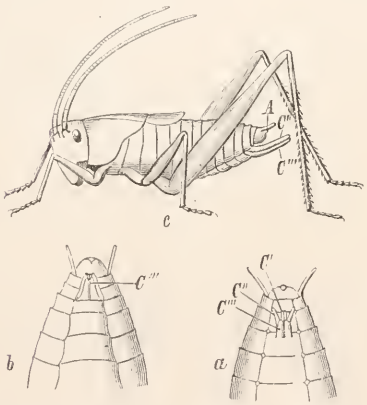
Der von der Oberlippe überdeckte Mund führt meist in eine enge Speiseröhre, in deren vorderem, als Mundhöhle zu unterscheidendem Eingangsabschnitt ein oder mehrere Paare schlauchförmiger oder traubenförmiger Speicheldrüsen einmünden. (Fig. 537*a*.) Bei zahlreichen saugenden Insecten erweitert sich das Ende der Speiseröhre in einen kurz gestielten, dünnhäutigen Sack, den *Saugmagen* (Fig. 540), bei anderen in eine mehr gleichmässige, als *Kropf* (Fig. 537 *b*) bekannte Auftreibung. Der auf den Oesophagus folgende, bald gerade gestreckte, bald mehrfach gewundene Darm verhält sich nach der Lebensweise ausserordentlich verschieden und zerfällt überall wenigstens in einen längeren, die Verdauung besorgenden Mitteldarm (*Chylusmagen*) und in einen die Kothballen absondernden Enddarm. Die Zahl der Abschnitte kann übrigens auch eine grössere werden. Bei Raubinsecten, insbesondere aus den Ordnungen der *Coleopteren* und *Neuropteren*, schiebt sich zwischen Kropf und Chylusmagen ein *Vor-* oder *Kaumagen* von kugeliger Form und kräftiger, muskulöser Wandung ein, deren innere chitinige Cuticularbekleidung eine besondere Dicke gewinnt und mit stärkeren Leisten, Zähnen und Borsten besetzt ist. (Fig. 537 *b*.) Auch der Chylusmagen, an dessen Wandung sich vorzugsweise die verdauende Drüsenschicht entwickelt, zerfällt zuweilen in mehrfache Abschnitte, wie z. B. bei den Raubkäfern der vordere Theil des Chylusmagens durch zahlreiche hervorragende Blindsäckchen ein zottiges Aussehen erhält und sich von der nachfolgenden einfachen, engeren Darmröhre scharf abgrenzt. Auch können am Anfange des Chylusmagens grössere Blindschläuche nach Art von Leberdrüsen aufsitzen (*Orthopteren*). Der Afterdarm wird durch die Einmündung fadenförmiger Blindschläuche, der *Malpighi'schen Gefässe*, bezeichnet. Derselbe

Fig. 535.



Hinterleibsende eines Käfers (*Pterostichus* ♂), nach Stein. *8*, *9* Rückenschienen, *8'*, *9'* Bauchschienen, *St* Stigma, *A* After, *G* Genitalöffnung.

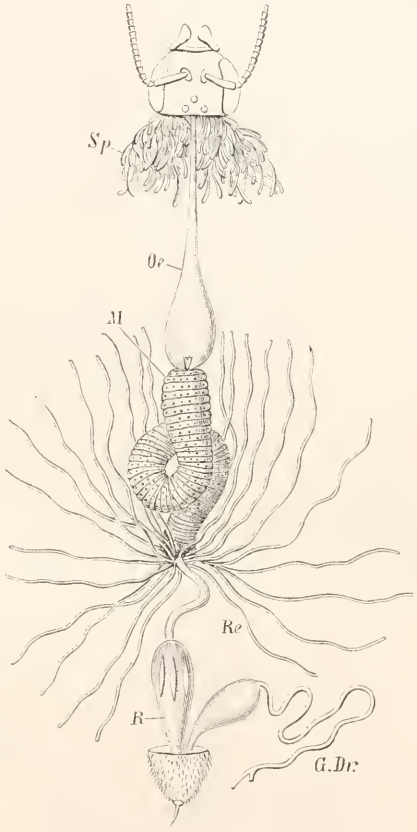
Fig. 536.



a Hinterleibsende einer weiblichen Larve von *Locusta* mit den Wärzchen der Legescheide und den Analgriffeln. *C''* und *C'''* innere und äussere Wärzchen des vorletzten, *C'''* Wärzchen des drittletzten Segmentes. — *b* Etwas älteres Stadium. — *c* Nymphe. *A* After mit den Analgriffeln. Nach Dewitz.

zerfällt meist in zwei, seltener drei Abschnitte, welche als *Dünndarm, Dickdarm* und *Mastdarm* unterschieden werden. Der letzte Abschnitt besitzt eine starke Muskellage und enthält in seiner Wandung vier, sechs oder zahlreichere Längswülste, die sogenannten *Rectaldrüsen*. Zuweilen münden noch unmittelbar vor der am hinteren Körperpole gelegenen Afteröffnung zwei Drüsen, die sogenannten *Analdrüsen*, deren Secret durch seine ätzende und übelriechende Beschaffenheit als Vertheidigungsmittel zu dienen scheint, in den Mastdarm ein. (Fig. 537 *b*.) Ausnahmsweise nehmen Insecten ausschliesslich im Jugendzustande Nahrung auf und entbehren in der geflügelten geschlechtsreifen Form der Mundöffnung (*Ephemera*); wenige besitzen im Larvenzustande einen blindgeschlossenen, mit dem Enddarme nicht communicirenden Magen (*Hymenopteren*larven, *Pupiparen*, *Ameisenlöwe*).

Fig. 537 *a*.



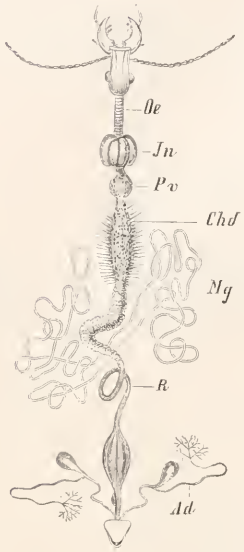
Verdauungsapparat von *Apis mellifica*, nach Léon Dufour. *Sp* Speicheldrüsen. *Oe* Oesophagus mit kropfartiger Erweiterung, *M* Chylusdarm. *Re* Malpighi'sche Gefässe, *R* Rectum mit den sogenannten Rectaldrüsen, *G.Dr* Giftdrüse.

Die bereits genannten *Malpighi'schen Gefässe*, früher irrthümlich für Gallebereitend gehalten, fungiren unzweifelhaft als Harn absondernde Organe. Auch scheiden dieselben gewisse in das Blut aufgenommene Substanzen aus demselben wieder aus und verhalten sich (indem sie indigschwefelsaures Natron ausscheiden) wie die Schleifencanälchen der Antennen- und Schalendrüse der Krebse. Der von den grosskernigen Zellen der Wandung secernirte Inhalt hat meist eine braungelbliche oder weissliche Färbung und erweist sich als eine Anhäufung kleiner Körnchen und Concremente, welche grossentheils aus Harnsäure bestehen, auch wurden Krystalle von oxalsaurem Kalk und Taurin nachgewiesen. Die Zahl und Gruppirung der meistens sehr langen am Chylusdarme in Windungen zusammengelegten Fäden wechselt übrigens mannigfach. Während in der Regel vier oder sechs, seltener acht vielfach geschlängelte Harnröhren in den Darm einmünden, ist die Zahl derselben besonders bei den *Hymenopteren* und *Orthopteren* eine weit grössere; bei den letzteren kann selbst ein gemeinsamer Ausführungsgang (*Gryllotalpa*) die Fäden zu einem Büschel vereinigen.

Als *Absonderungsorgane* der Insecten sind die sogenannten *Glandulae odoriferae*, die *Wachsdrüsen*, *Spinndrüsen* und *Giftdrüsen* zu erwähnen. Die

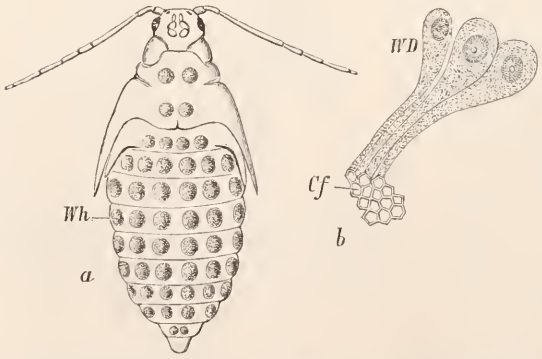
ersteren, zu denen auch die bereits erwähnten *Analdrüsen* (Fig. 537 *b*) gehören, liegen unter der Körperbedeckung und sondern meist zwischen den Gelenksverbindungen stark riechende Säfte ab. Bei den *Wanzen* ist es eine unpaare birnförmige Drüse im Metathorax, welche ihr Secret durch eine Oeffnung zwischen den Hinterbeinen austreten lässt und den berüchtigten Gestank verbreitet. Einzellige Hautdrüsen sind an verschiedenen Theilen des Insectenkörpers nachgewiesen worden und scheinen, den Talgdrüsen der Wirbelthiere vergleichbar, eine ölige, die Gelenke geschmeidig erhaltende Flüssigkeit abzusondern. Aehnliche als *Wachsdrüsen* zu bezeichnende Drüsenschläuche der Haut secerniren weissliche Fäden und Flocken, welche den Leib wie mit einer Art Puder oder Wolle umgeben (*Pflanzenläuse* etc.). (Fig. 538.) *Spinndrüsen* kommen ausschliesslich bei Insectenlarven vor und dienen zur Verfertigung von Geweben und Hüllen. Diese Drüsen (*Sericterien*) sind als zwei mehr oder minder angeschwollene und langgestreckte Schläuche hinter dem Munde gelegen und einer besonderen Form von Speicheldrüsen gleichzustellen, denen sie auch in ihrer Structur nahe stehen. (Fig. 61.) Die Larve des Ameisenlöwen hat ihr Spinnorgan an dem entgegengesetzten Körperende, indem es hier die Wandung des vom Chylusdarm abgeschlossenen Mastdarmes ist, welche die Stelle der Sericterien vertritt. Die bei Hymenopteren-Weibchen vorkommenden *Giftdrüsen* bilden zwei einfache oder verästelte Schläuche, deren gemeinsamer Ausführungsgang zu einem blasenartigen Reservoir für die secernirte, aus Ameisensäure bestehende Flüssigkeit anschwillt. (Fig. 537 *a*.) Das Ende desselben steht mit dem *Giftstachel* im Zusammenhang. In die Kategorie der Secretionsorgane dürften auch die bei *Thysanuren* vorkommenden Coxalsäckchen gehören, welche vorgestülpt und wieder eingezogen werden können (Fig. 540) und an die Coxalsäckchen der Scolopendrellen erinnern. Auch sind Zellengruppen im Leibes-

Fig. 537 *b*.



Darmcanal nebst Anhangsdrüsen eines Raubkäfers (*Carabus*), nach Léon Dufour. *Oe* Oesophagus, *Jn* Kropf, *Pv* Vormagen, *Chd* Chylusdarm, *Mg* Malpighi'sche Gefässe, *R* Rectum, *Ad* Analdrüsen mit Blase.

Fig. 538.

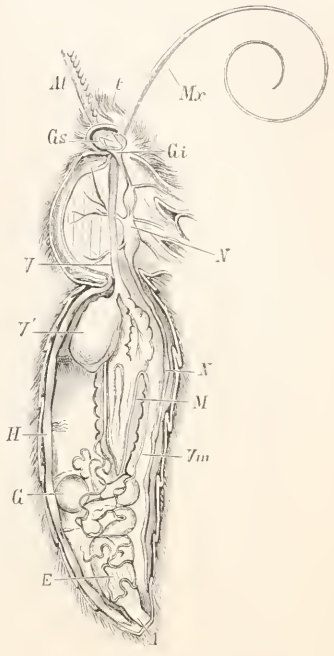


Die Wachshöcker nebst Wachsdrüsen einer *Aphide* (*Schizoneura Lonicerae*). *a* Nymphe, vom Rücken aus gesehen. *Wh* Wachshöcker. — *b* Die einzelligen Wachsdrüsen (*WD*) unter den cuticularen Facetten (*Cf*) der Haut.

raume (Pericardialzellen) befähigt, gewisse Substanzen (Carmin) aus dem Blute auszuscheiden.

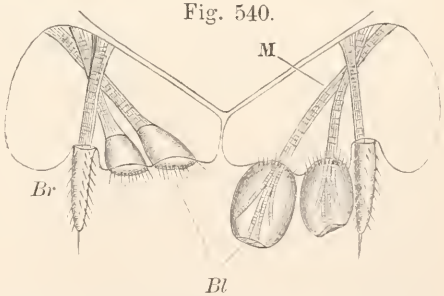
Die meist farblose, häufig jedoch grünliche Blutflüssigkeit enthält constant amoeboide Blutzellen und bewegt sich in bestimmten Bahnen der Leibeshöhle. Die Vereinfachung des auf ein *Rückengefäss* beschränkten *Circulationsapparates* steht mit der reichen Verästelung der Respirationsorgane im Zusammenhange, welche als luftführende *Tracheen* nach allen Organen den Sauerstoff dem Blute zuführen. Das als *Rückengefäss* (Fig. 539) auftretende Herz verläuft in der Medianlinie des Abdomens und wird in zahlreiche, selten mehr als acht, bei den *Thysanuren* neun, den Segmenten entsprechende Kammern abgetheilt, welche mittelst dreieckiger Muskeln, Flügelmuskeln, an das Hautskelet der Rückenfläche befestigt sind. Durch ebensoviele Paare seitlicher Spaltöffnungen strömt das Blut während der Diastole der Kammern in das Rückengefäss ein, welches sich allmälig von hinten nach vorne zusammenzieht und das aufgenommene Blut in gleicher Richtung forttreibt. Die vorderste Kammer, welche bei den *Thysanuren* im Thorax liegt (Fig. 541), geht in eine mediane, bis zum Kopfe verlängerte Aorta über. Aus dieser ergiesst sich das Blut frei in den Leibesraum, um in vier Hauptströmen, zwei seitlichen, einem dorsalen unterhalb des Rückengefässes und einem ventralen oberhalb der Ganglienkette, unter Abgabe zahlreicher Nebenbahnen in die Extremitäten etc., nach dem Herzen zurückzufliessen. Nur ausnahmsweise finden sich vom Herzen ausgehende arterienartige Röhren zur Fortleitung des Blutes, z. B. in den Schwanzfäden der *Ephemera*larven. Bei den *Mallophagen*, sowie bei vielen Larven (*Chironomus*, *Ptychoptera*) erscheint das Herz vereinfacht und abweichend gestaltet [1]).

Fig. 539.



Längsdurchschnitt durch *Sphinx ligustri*, nach Newport. *Mx* Maxillen (Rollrüssel), *t* Lippentaster, *At* Antenne, *Gs* Gehirn, *Gi* unteres Schlundgangliou, *N* Ganglien der Brust und des Bauches, *V* Oesophagus, *V'* Saugmagen, *M* Mitteldarm, *Vm* Malpighi'sche Gefässe, *E* Enddarm, *A* After, *H* Herz oder Rückengefäss, *G* Hoden.

Fig. 540.

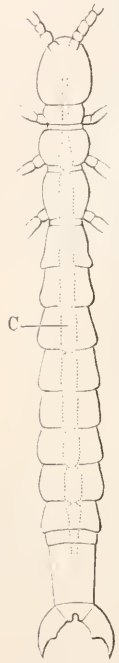


Ein Bauchschild von *Machilis maritima* nach Oudemans. *Br* Beinrudimente, *Bl* vorstülpbare Bläschen, *M* Retractoren derselben.

[1]) Vergl. Dareste, Archives de Zool. expér. Tom. II, 1873, ferner C. Grobben, Ueber etc. etc. Ptychoptera contaminata L. Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissensch. Wien, 1875.

Die *Respiration* erfolgt durch vielfach verzweigte *Tracheen* [1]), welche ihren Luftbedarf durch paarige, meist in den Gelenkshäuten der Segmente gelegene Spaltöffnungen, *Stigmen*, unter deutlichen Athembewegungen des Hinterleibes aufnehmen. (Fig. 84.) Die Zahl der Stigmen variirt überaus, doch sind selten mehr als zehn und weniger als zwei Paare vorhanden. Am Kopfe, sowie am letzten Hinterleibsringe fehlen dieselben stets. Am geringsten ist ihre Zahl bei wasserbewohnenden Larven von Käfern und Dipteren, welche nur zwei Stigmen, und zwar am Ende des Hinterleibes auf einer einfachen oder auch gespaltenen Röhre besitzen. Häufig kommen indessen noch zwei Spaltöffnungen am Thorax hinzu. (Fig. 83.) Auch einige Wasserwanzen, z. B. *Nepa*, *Ranatra* etc., tragen am Ende des Hinterleibes zwei lange, aus Halbcanälen gebildete Fäden, welche am Grunde zu zwei Luftlöchern führen. Solche Wasserwanzen können bei dieser Einrichtung ebenso wie Dipterenlarven mit emporgestreckter Athemröhre an der Oberfläche des Wassers Luft aufnehmen.

Fig. 541.



Herz (*C*) und Aorta von *Japyx* nach Grassi.

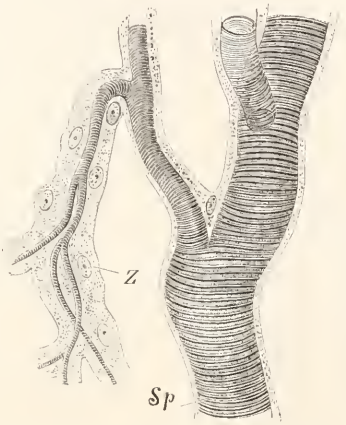
Die *Tracheen*, deren Lumen durch die feste, zu Spiralringen verdickte Chitinhaut der Wandung klaffend erhalten wird, sind stets mehr oder minder prall mit Luft gefüllt und daher von silberglänzendem Aussehen. Ihre innere Chitinhaut wird von einer äusseren Zellschichte erzeugt und bei den Häutungen während des Larvenlebens zugleich mit der äusseren Körperhaut abgestreift und erneuert. (Fig. 542.) Die nicht selten im Verlaufe der Tracheen auftretenden Erweiterungen, welche sich bei guten Fliegern, z. B. *Hymenopteren*, *Dipteren* etc. zu Luftsäcken von bedeutendem Umfange vergrössern und den Luftsäcken der Vögel functionell zu vergleichen sind, besitzen eine zartere, des Spiralfadens entbehrende Chitinhaut, collabiren daher leicht und setzen zu ihrer Füllung besondere Respirationsbewegungen voraus, welche besonders bei den verhältnissmässig schwerfälligen *Lamellicorniern* vor dem Emporfliegen bemerkbar sind. Die Anordnung des Tracheensystems lässt sich in einfacher Weise aus dem Ursprung der Hauptstämme an den Stigmen ableiten. Jedes Stigma führt in einen Tracheenstamm, welcher zu den benachbarten Stämmen Querbrücken sendet und ein Büschel vielfach verzweigter Röhren an die Eingeweide ausstrahlen lässt. In der Regel entstehen auf diese Art zwei Seitenstämme, welche durch quere Verbindungsröhren communiciren und zahlreiche Nebenstämme nach den Organen entsenden. (Fig. 543.) Die feineren Verästelungen der Nebenstämme legen sich nicht nur äusserlich an die Eingeweide an, sondern durchsetzen dieselben theilweise und dienen zugleich zur Befestigung derselben. Als *Tracheenkiemen* werden blattförmige oder fadenartige, mit Tracheen versehene Anhänge des Körpers bezeichnet. Solche finden

[1]) J. A. Palmén, Zur Morphologie des Tracheensystems. Helsingfors, 1877.

sich z. B. bei *Phryganiden* und den amphibiotischen *Pseudoneuropteren*. (Fig. 544.) Bei *Aeschna-* und *Libellula*larven liegen dieselben im Mastdarm, dessen Wandung durch seine kräftige Muskulatur zu einem regelmässigen Aus- und Einpumpen von Wasser befähigt ist.

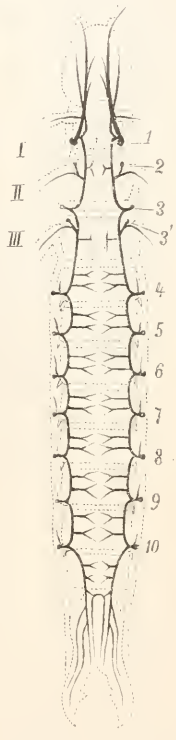
Zu der Respiration und auch zum Ernährungsprocess steht in der innigsten Beziehung der *Fettkörper*. Derselbe besteht aus fettartig glänzenden, meist gelblich gefärbten Lappen und Ballen, welche sowohl unter der Haut, als zwischen den Organen, besonders reich während der Larvenperiode, im Leibe ausgebreitet sind. Die Hauptbedeutung dieses Organs beruht auf seiner Verwendung beim Stoffwechsel. Als eine Ansammlung überflüssigen Nahrungsmateriales scheint derselbe sowohl zur Ernährung und Erzeugung von Wärme, als besonders während der Ausbildung des vollkommenen Insectes bei der Anlage neuer Körpertheile und zum Wachsthum der Geschlechtsorgane verbraucht zu werden. Die Menge von Tracheen an den Fettzellen weist schon auf einen ausgedehnten Sauerstoffverbrauch und daher auf lebhaften Stoffumsatz hin, der vollends durch die häufige Ablagerung von stickstoffhaltigen Zersetzungsproducten, insbesondere von Harnsäure bewiesen wird.

Fig. 542.



Tracheenästchen mit feineren Verzweigungen, nach Leydig. *Z* Zellige Aussenwand, *Sp* cuticulare Intima mit Spiralfaden

Fig. 543.



Tracheensystem von *Japyx*, nach Grassi. *I, II, III* die Thoracalsegmente, *1, 2—10* die Stigmen.

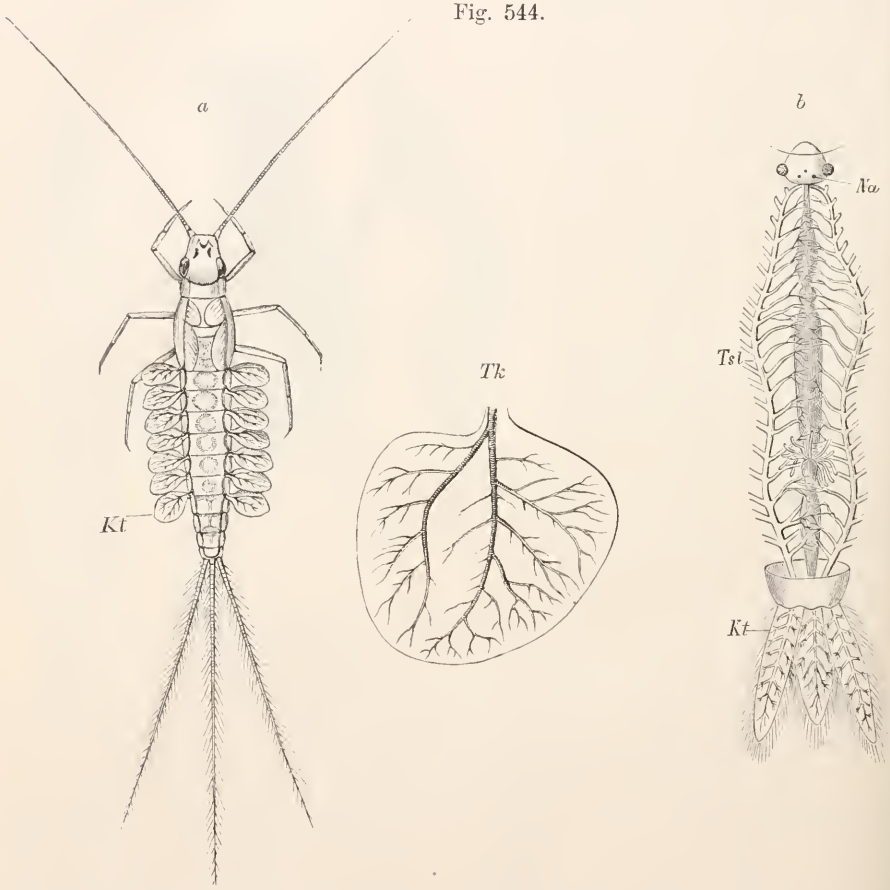
Eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Fettkörper zeigen die *Leuchtorgane* der *Lampyriden* [1]) und verschiedener *Elateriden*. Dieselben sind zarte Platten, welche bei *Lampyris* an der Bauchfläche mehrerer Hinterleibssegmente liegen und theils aus blassen eiweissreichen, theils aus körnchenreichen, harnsäurehaltigen Zellen bestehen, zwischen denen sich Tracheen und Nerven in äusserst reicher Verzweigung ausbreiten. Die blassen Zellen setzen die untere ventrale Schichte der Platte zusammen, welche ausschliesslich leuchtet, und sind im Zusammenhange mit den überaus zahlreichen Tracheen-Endzellen als die thätigen Elemente anzusehen, deren Stoffumsatz unter dem Einflusse des zugeführten Sauer-

[1]) Ausser den Arbeiten von Kölliker, M. Schultze und Owsjannikow vergl. H. v. Wielowiejski, Studien über die Lampyriden. Zeitschr. für wiss. Zool. Tom. XXXVII. 1882.

stoffes, in gewisser Abhängigkeit vom Nervensystem, die bekannten Lichterscheinungen hervorruft. Die obere, nicht leuchtende Schicht der Platten enthält in ihren Zellen eine dichte Häufung lichtbrechender Körnchen, welche nach Kölliker aus harnsauren Verbindungen, den Endproducten des die Lichterscheinungen bedingenden Stoffwechsels, bestehen.

Das *Nervensystem* der Insecten zeigt eine ebenso hohe Entwicklung als

Fig. 544.

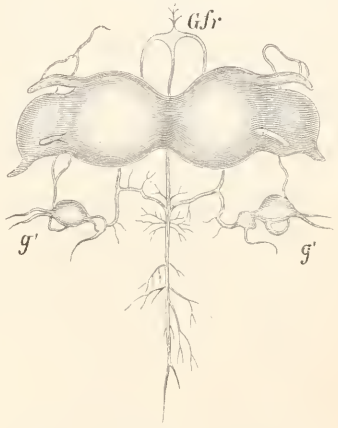


a Larve einer Eintagsfliege mit sieben Doppelpaaren von Tracheenkiemen (*Kt*), unter Lupenvergrösserung. Nur ein Blättchen ist an jedem Paare dargestellt. *Tk* eine Tracheenkieme isolirt, stärker vergrössert. — *b* Tracheensystem einer *Agrion*-Larve, nach L. Dufour. *Tst* Tracheenlängsstämme, *Na* Nebenaugen.

mannigfaltige Gestaltung, und es finden sich alle Uebergänge von einer langgestreckten, etwa zwölf Ganglienpaare enthaltenden Bauchkette bis zu einem einheitlichen Brustknoten. (Fig. 96 und 97.) Das im Kopfe gelegene Gehirn (obere Schlundganglion) erlangt einen bedeutenden Umfang und bildet mehrere Gruppen von Anschwellungen, die sich vornehmlich stark bei den psychisch am höchsten stehenden Hymenopteren ausprägen. Dasselbe entsendet die Sinnesnerven, wie es auch als Sitz des Willens und der psychischen Thätigkeiten

erscheint. Das untere Schlundganglion versorgt die Mundtheile mit Nerven und entspricht den verschmolzenen Ganglien der drei Kiefersegmente. Die Bauchkette, welche mit ihren Seitennerven dem Rückenmarke und dessen Spinalnerven verglichen wird, bewahrt die ursprüngliche gleichmässige Gliederung bei den meisten Larven, und am wenigsten verändert bei den Insecten mit freiem Prothorax und langgestrecktem Hinterleibe. Hier bleiben nicht nur die drei grösseren Thoracalganglien, welche die Beine und Flügel mit Nerven versehen und oft noch durch die vorderen Abdominalganglien verstärkt werden, sondern auch eine grössere Zahl von Abdominalganglien gesondert. Von diesen letzteren zeichnet sich stets das letzte, welches aus der Verschmelzung mehrerer Ganglien entstanden ist und zahlreiche Nerven an den Ausführungsgang des Geschlechtsapparates und an den Mastdarm entsendet, durch eine bedeutende Grösse aus. Die allmälig fortschreitende, auch während der Entwicklung der Larve und Puppe zu verfolgende [1]) Concentrirung des Bauchmarkes ergibt sich sowohl aus der Zusammenziehung der Abdominalganglien, als aus der Verschmelzung der Brustganglien, von denen zuerst die des Meso- und Metathorax zu einem hinteren grösseren Brustknoten und dann auch mit dem Ganglion des Prothorax zu einer gemeinsamen Brustganglienmasse zusammentreten. Vereinigt sich endlich mit dieser auch noch die verschmolzene Masse der Hinterleibsganglien, so ist die höchste Stufe der Concentration, wie sie sich bei *Dipteren* und *Hemipteren* findet, erreicht.

Fig. 545 *a*.

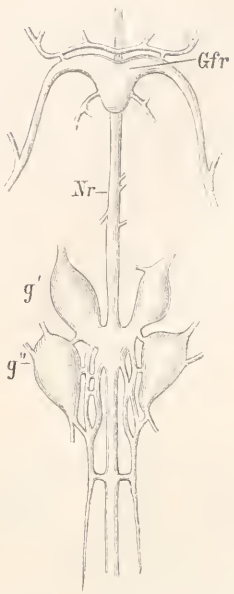


Gehirn und Schlundnervenganglion von *Sphinx ligustri*, nach Newport. *Gfr* Ganglion frontale, *g'* die Ganglien der paarigen Schlundnerven.

Das *Eingeweidenervensystem* zerfällt in das System der Schlundnerven und in den eigentlichen *Sympathicus*. An jenem unterscheidet man einen unpaaren und paarige Schlundnerven. Der erstere entspringt mit zwei Wurzeln an der Vorderfläche des Gehirns oder an der Schlundcommissur und bildet an der vorderen Vereinigung jener das *Ganglion frontale*, von welchem Nerven nach der Oberlippe und dem Oesophagus gehen und ein stärkerer hinterer Nerv (N. recurrens) unter dem Gehirne hindurch an der dorsalen Wand der Speiseröhre zahlreiche feine Nervengeflechte in der Muskelhaut desselben abgibt. (Fig. 545 *a* und *b*.) Die paarigen Schlundnerven entspringen jederseits an der hinteren Fläche des Gehirns und schwellen zur Seite des Schlundes in meist umfangreichere Ganglien an, welche ebenfalls die Schlundwandung mit Nerven versehen. Bei *Blatta* bildet der paarige Theil des Sympathicus zwei Ganglienpaare, welche untereinander und mit dem N. recurrens in Verbindung stehen und auch Zweige an die Speicheldrüsen

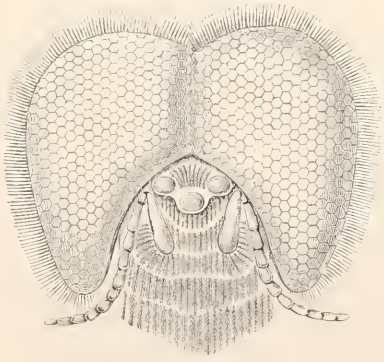
[1]) Vergl. besonders die zahlreichen Abhandlungen von Ed. Brandt, Ueber die Metamorphose des Nervensystems der Insecten. Horae Soc. Entom. Ross.

Fig. 545 *b*.



Sympathicus von *Blatta* nach Hofer. *Gfr* Ganglion frontale, die Nervenwurzeln desselben an der Commissur, *Nr* Nervus recurrens, *g'*, *g''* die paarigen Ganglien.

Fig. 546.



Der Kopf einer Drohne von der Stirnfläche gesehen, mit den Facettenaugen, den drei Ocellen und Antennen, nach Swammerdam.

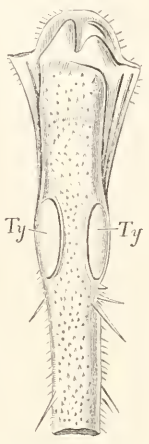
abgeben. (Fig. 545 *b*.) Als eigentlichen Sympathicus betrachtet man ein System von blassen Nerven, welche zuerst Newport als *nervi respiratorii* oder *transversi* beschrieb. Dieselben zweigen sich in der Nähe eines Ganglions der Bauchkette von einem medianen, zwischen den Längscommissuren verlaufenden Nerven ab, welcher in dem Ganglion wurzelt und zuweilen ein kleines sympathisches Ganglion bildet. Nach ihrer Trennung erzeugen sie abermals seitliche Ganglien, deren Nerven in die Seitennerven der Bauchkette eintreten, von diesen aber nachher sich wieder absondern und unter Bildung von Geflechten die Tracheenstämme und Muskeln der Stigmen versorgen.

Von den *Sinnesorganen* [1]) nehmen die *Augen* die höchste Stellung ein. Die unicornealen Punktaugen (*Ocelli*) treten vorzugsweise im Larvenleben auf, finden sich indessen auch oft in zwei- oder dreifacher Zahl auf der Scheitelfläche des ausgebildeten Insectes. (Fig. 123, 546.) Wahrscheinlich vermitteln dieselben überhaupt keine oder doch sehr undeutliche Bilder aus unmittelbarer Nähe und sind wenigstens zum Theil nur Richtungsaugen für Lichtperception. Die Facettenaugen gehören vornehmlich dem ausgebildeten Insecte an. Dieselben nehmen die Seitenflächen des Kopfes ein und erlangen oft im männlichen Geschlechte einen solchen Umfang, dass sie in der Mittellinie am Scheitel zusammenstossen. (Fig. 546.) Wenn dieselben auch nicht die Beweglichkeit besitzen, welche den facettirten Stilaugen der Decapoden und Stomatopoden eine so rasche und ausgiebige Veränderung des Gesichtsfeldes gestattet, so dürften sie doch, was Helligkeit und Specification des Bildes anlangt, jenen nicht nachstehen. Abgesehen von den Ver-

[1]) Vergl. ausser v. Siebold insbesondere Fr. Leydig, Zum feineren Bau der Arthropoden, sowie Geruchs- und Gehörorgan der Krebse und Insecten. Müller's Archiv, 1855 und 1860. H. Grenacher, Untersuchungen über das Sehorgan der Arthropoden. Göttingen, 1879. V. Graber, Die tympanalen Sinnesorgane der Orthopteren. Wien, 1875. Derselbe, Ueber neue otocystenartige Sinnesorgane der Insecten. Arch. für mikrosk. Anatomie. Tom. XVI. Ueber das unicorneale Tracheatenauge. Ebend. Tom. XVII.

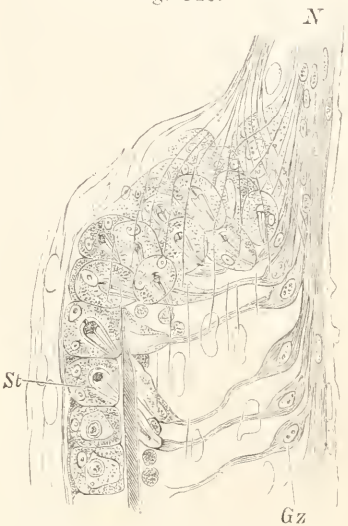
schiedenheiten, die in der Gestaltung der Corneafacetten auftreten, bietet vornehmlich das Verhalten der Krystallkegel mannigfache Abweichungen. Meist sind dieselben wohl ausgebildet (*eucone* Augen) und dann nur selten mit den Facetten verwachsen (*Lampyris*). In anderen Fällen sind die Krystallkegel durch ein flüssiges, lichtbrechendes Medium vertreten (*pseudacone Augen*), oder es sind nur die Krystallzellen vorhanden, ohne einen Kegel ausgeschieden zu haben (*acone* Augen). Ein besonderes Interesse nehmen die Pigmentzellen in Anspruch, welche die Krystallkegel oder deren Aequivalente umlagern, und deren Pigment sich, wie es scheint, unter dem Einfluss intensiver Lichtwirkung nach hinten ausbreitet, im Dunkeln aber wieder nach vorne zurückzieht. Wenn nach Joh. Müller's Lehre vom musivischen Sehen des Facettenauges das Zustandekommen eines aufrechten, wenn auch lichtschwachen Bildes im Innern des Auges noch häufig in Zweifel gestellt wurde, so ist dasselbe in jüngster Zeit durch directe Beobachtung[1]) erwiesen worden. Indessen erfuhr die Lehre Müller's insofern eine wesentliche Aenderung, als bei der Perception eines jeden Lichtpunktes eine Anzahl von Krystallkegeln betheiligt ist und in Folge der Lichtbrechung also ein dioptrisches, aber aufrechtes Bild zu Stande kommt.

Fig. 547.



Schienenstück des Vorderbeines von *Locusta viridissima*, nach V. Graber. *Ty* Trommelfell nebst Deckel.

Fig. 548.



Ein Stück des Nervenendapparates in der Vorderschiene von *Locusta viridissima*, nach V. Graber. *N* Nerv, *Gz* Ganglienzelle, *St* Stifte in den Endzellen.

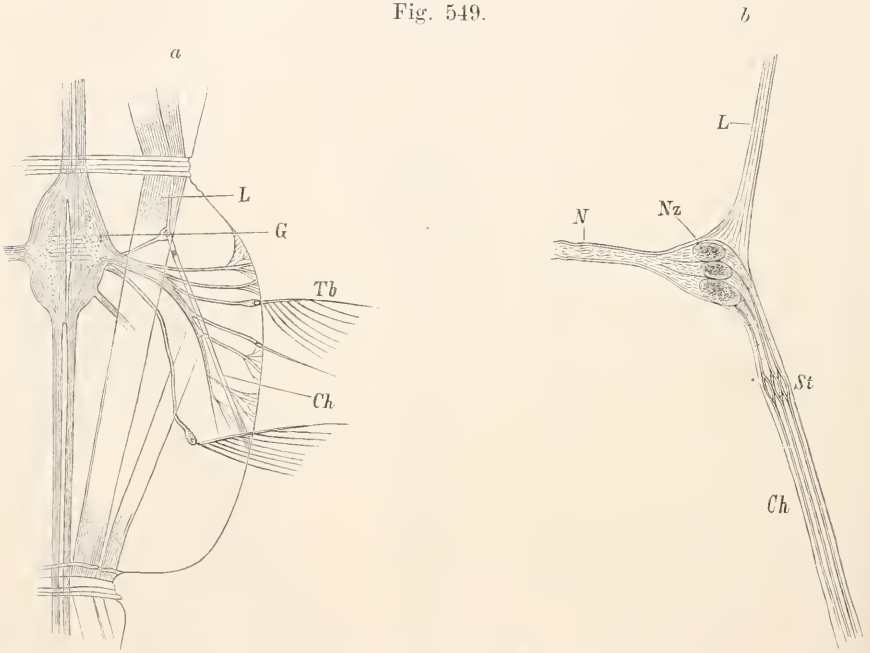
Gehörblasen mit Otolithen sind für die Insecten nicht nachgewiesen. Da aber die Fähigkeit der Schallempfindung für zahlreiche und insbesondere für diejenigen Insecten, welche Töne hervorbringen, kaum in Zweifel gezogen werden kann, wird man bei diesen auch das Vorhandensein von Organen für die Perception von Schalleindrücken voraussetzen müssen. In der That hat man bei den springenden Orthopteren (tympanale) Apparate[2]) nachweisen können, welche wahrscheinlich als akustische zur Empfindung der Schallwellen dienen. Bei den *Acridiern* liegen dieselben an den Seiten des ersten Abdominalsegments dicht hinter dem Meta-

[1]) Vergl. ausser Joh. Müller, Leydig, Grenacher l. c. S. Exner, Das Netzhautbild des Insectenauges, sowie: Durch Licht bedingte Verschiebungen des Pigmentes im Insectenauge etc. Sitzungsb. k. Akad. der Wiss. Wien, 1889.

[2]) Vergl. V. Graber, Die chordotonalen Organe und das Gehör der Insecten. Archiv für mikrosk. Anat., Tom. XX und XXI, 1882.

thorax (Fig. 84 *T*), bei den *Gryllodeen* und *Locustiden* in den Schienen der Vorderbeine dicht unter dem Gelenke des Oberschenkels. (Fig. 547.) Hier erweitert sich ein Tracheenstamm zwischen zwei seitlichen Membranen zu einer Blase, an welcher die mit sogenannten Nervenstiften versehenen Endzellen (Sinneszellen) eines aus dem ersten Brustganglion entspringenden Nerven ausgebreitet liegen. Mit jeder wohl als Hypodermiszelle entstandenen Endzelle steht eine Ganglienzelle (Fig. 548 *Gz*) in Verbindung, und es ist wahrscheinlich, dass der Nervenstift selbst, welcher in seiner Axe den nervösen

Fig. 549.



a Körpersegment der *Corethra*-Larve mit dem chordotonalen Organ, nach V. Graber. *G* Ganglion der Bauchkette, *N* Nerv des saitenartig ausgespannten Stranges (*Ch*), *L* Ligament, *Tb* Tastborste. *b* Das chordotonale Organ stärker vergrössert. *St* Nervenstifte in der Saite (*Ch*), *Nz* Nervenzellen, in welche der Nerv anschwillt.

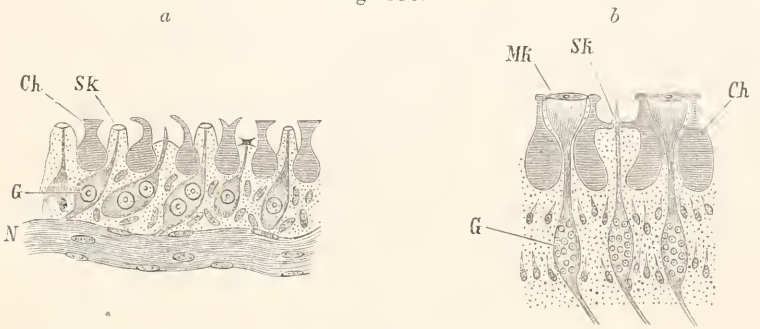
Endfaden (Axenfaden) umschliesst, als innere Cuticularabscheidung der Endzelle (Ectodermzelle) hervorgegangen ist und einer äusseren Sinnesborste entspricht.

Auch in den Beinen anderer Insecten z. B. *Blatta*, *Isopteryx*, *Lasius*, wurden ähnliche, wenn auch einfacher gestaltete Organe (Fig. 105) aufgefunden. Wahrscheinlich haben alle diese Organe ihrer Entstehung und Bedeutung nach eine Beziehung zu den sogenannten Chordotonalorganen, deren weite Verbreitung unter den Insecten von V. Graber nachgewiesen wurde. Es sind saitenartig ausgespannte Stränge, an welche ein Nerv mit mehreren Ganglienzellen herzutritt. Aus diesen entspringen zarte Axenfäden, welche im Innern je eines Nervenstiftes in dem Strang verlaufen. (Fig. 549 *a*, *b*.) Der letztere dürfte aus einer modificirten Hypodermiszelle (Sinneszelle) entstanden sein.

Verwandte, unter Porengruppen ebenfalls mit Nervenstiften endende Sinnesorgane wurden im Hinterflügel der Käfer und in den Halteren der Fliegen nachgewiesen, ferner wurden Endorgane mit Nervenstiften in den Nerven der Antennen, Palpen und Beine aufgefunden.

Die *Tastorgane* scheinen vornehmlich durch äussere, mit Nerven in Verbindung stehende Cuticularanhänge an den Antennen und Palpen, aber auch in den Beinen und der Oberfläche des Körpers vermittelt zu werden. Nicht scharf von den Tastborsten abzugrenzen sind die an den Fühlern und Palpen verbreiteten Kegel und Zapfen, in deren Innerm ein axialer Endfaden einer oder mehrerer unterliegenden Ganglienzellen endet. Diese hat man mit Leydig als Träger der Geruchsfunction gedeutet, auf deren Vorhandensein schon der Nachweis eines ausgebildeten Spürvermögens bei vielen Insecten hinweist.

Fig. 550.



a Durchschnitt durch eine Antennenlamelle des Maikäfers, nach O. vom Rath. *N* Nerv, *Ch* Chitinhaut, *G* Ganglienzellen der in den Gruben befindlichen Sinneskegel (*Sk*), *b* Schnitt durch die Antenne von *Cetonia aurata*. *Mk* Membrancanal.

Auch kann als Thatsache gelten, dass die Oberfläche der Antennen der Sitz des Geruches ist. Während man früher nach dem Vorgange Erichson's die zahlreichen Gruben, welche sich z. B. an den blattförmigen Fühlern der *Lamellicornier* finden, als Geruchsgruben deutete, wird man die in solchen Gruben eingerückten Kegel und Zapfen, welche einen mit Ganglienzellen verbundenen nervösen Axenfaden enthalten, für die Geruchsorgane halten. (Fig. 550, 551.)

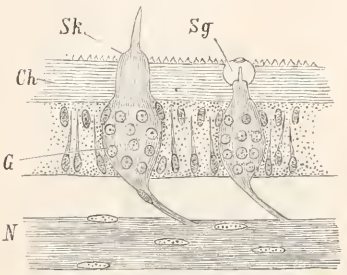
Auch der *Geschmacksinn* [1]) fehlt den Insecten keineswegs und scheint vornehmlich durch cuticulare, mit Nervenzellen im Zusammenhang stehende Erhebungen am Grunde der Unterlippe vermittelt zu werden. Bei den Hymenopteren wurden am Grunde der Zunge, sodann an der Spitze derselben und auf der Unterseite der Maxillen Gruppen von kleinen Gruben nachgewiesen. Dieselben umschliessen einen kleinen Chitinkegel, dessen Axe von einem zarten Nerven, dem Ausläufer einer unterliegenden Ganglienzelle eingenommen wird. (Fig. 552.) Vielleicht dient auch das mächtig entwickelte Sinnesorgan am

[1]) Fr. Will, Das Geschmacksorgan der Insecten. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XLII, 1885. Otto vom Rath, Ueber die Hautsinnesorgane der Insecten. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. 46, 1885.

sog. Gaumensegel der Honigbiene, welches von Wolf ohne ausreichenden Grund als Geruchsorgan gedeutet wurde, zur Vermittlung des Geschmackes. Auch ist es nicht unwahrscheinlich, dass ähnliche Sinneskegel an den sog. Labialkissen der Dipteren die Geschmacksempfindung vermitteln, die überhaupt eine weit verbreitete zu sein scheint.

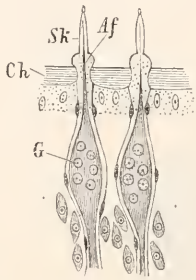
Die *Fortpflanzung* der Insecten ist geschlechtlich. Beiderlei Geschlechtsorgane sind durchweg auf verschiedene Individuen vertheilt und correspondiren in ihren Abschnitten und in ihrer Lage, sowie hinsichtlich ihrer Ausmündung an der Bauchseite des hinteren Körperendes. Hoden und Ovarien führen in paarige Leitungswege mit unpaarem, ursprünglich paarigem (*Ephemeriden*)[2]) Endabschnitt. (Fig. 117.) Die Anlage der Geschlechtsorgane lässt sich sehr weit in der embryonalen Entwicklung zurück verfolgen, ihre Ausbildung erfolgt indessen erst in der letzten Zeit des Larvenlebens, oder bei den Insecten mit vollkommener Metamorphose während des Puppenzustandes. Selten unterbleibt die volle Ausbildung und Reife der Geschlechtsorgane, wie bei den zur Fortpflanzung unfähigen sogenannten *geschlechtslosen* Hymenopteren (Arbeitsbienen, Ameisen) und Termiten.

Fig. 551.



Stück eines Längsschnittes der Antenne von *Gomphocerus rufus*. *Ch* Chitinhaut, *Sk* Sinneskegel, *Sg* Sinnesgrube, *G* Ganglion, *N* Nerv, nach O. vom Rath.

Fig. 552.



Sinneskegel (*Sk*) der Zungenspitze von *Vespa vulgaris*, *Af* Axenfaden, nach O. vom Rath.

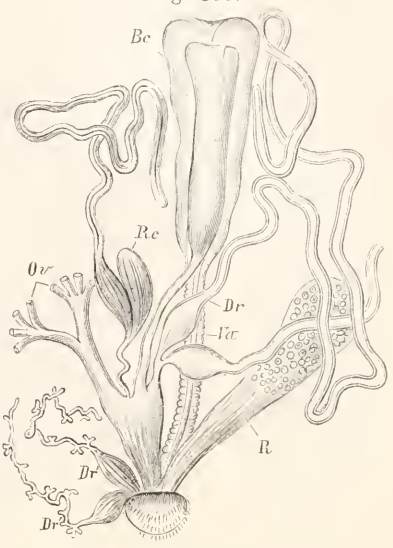
Männchen und Weibchen unterscheiden sich auch durch äusserliche mehr oder minder tiefgreifende Abweichungen zahlreicher Körpertheile, welche zuweilen zu einem ausgeprägten Dimorphismus der Geschlechter führen. Fast durchweg sind die Männchen schlanker gebaut, sowie leichter und rascher beweglich. Sie besitzen grössere Augen und Fühler und eine lebhaftere, mehr in die Augen fallende Färbung. In Fällen eines ausgeprägten Dimorphismus bleiben die Weibchen flügellos und der Form der Larve genähert (*Cocciden*, *Psychiden*, *Strepsipteren*, *Lampyris*), während die Männchen Flügel tragen.

An den weiblichen Geschlechtsorganen unterscheidet man die paarigen *Ovarien* und *Tuben* oder *Eileiter*, den unpaaren *Eiergang*, die *Scheide* und die *äusseren Geschlechtstheile*. Die ersteren sind röhrenartig verlängerte Schläuche, in denen die Eier ihren Ursprung nehmen und, von dem blinden Ende nach der Mündung in die Tuben zu an Grösse wachsend, in einfacher Reihe perlschnurartig hintereinander liegen. (Fig. 117 *a*.) Die Anordnung dieser Eiröhren wechselt ausserordentlich und führt zur Entstehung einer ganzen Reihe ver-

[2]) J. A. Palmén, Die Geschlechtsorgane der Ephemeriden. Helsingfors, 1884.

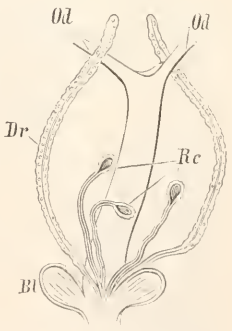
schiedener Ovarialformen. Auch ist die Zahl derselben höchst verschieden, am geringsten bei einigen *Rhynchoten* und den *Schmetterlingen*, welche letzteren jederseits nur vier, freilich sehr lange Eiröhren besitzen. Nach unten laufen jederseits die Eiröhren kelchartig (*Eierkelch*) in den erweiterten Anfangstheil des *Eileiters* zusammen, welcher sich mit dem der entgegengesetzten Seite zur Bildung eines medianen *Eierganges* vereinigt. Das untere Ende des letzteren repräsentirt die *Scheide* und nimmt in der Nähe der Geschlechtsöffnung häufig die Ausführungsgänge besonderer Kitt- und Schmierdrüsen (*Glandulae sebaceae*) auf, deren Secret zur Umhüllung und Befestigung der abzusetzenden Eier dient. Ausser diesen Drüsen ist der unpaare Ausführungsgang des Geschlechtsapparates sehr allgemein mit einem in einfacher oder auch in mehrfacher Zahl auftretenden, meist gestielten *Receptaculum seminis* ausgestattet, in welchem die während der Begattung häufig in Form von *Spermatophoren* aufgenommene Samenmasse unter dem Einflusse des Secretes einer Anhangsdrüse längere Zeit, zuweilen Jahre lang, befruchtungsfähig bleibt. (Fig. 553 und 554.) Unterhalb des Samenbehälters sondert sich zuweilen von der Scheide eine grössere taschenartige Anssackung, die Begattungstasche (*Bursa copulatrix*), welche die Function der Scheide übernimmt. Bei den Schmetterlingen leitet ein besonderer Gang das Sperma der hier getrennt ausmündenden Bursa zum Receptaculum. (Fig. 553.)

Fig. 553.



Weibliche Geschlechtsorgane von *Vanessa urticae*, nach Stein. *Ov* Die unteren Enden der abgeschnittenen Ovarialröhren, *Rc* Receptaculum seminis nebst Anhangsdrüse, *Va* Vagina, *Bc* Bursa copulatrix mit Gang zum Oviduct, *Dr* Glandulae sebaceae, *Dr'* Drüsenanhänge, *R* Rectum.

Fig. 554.

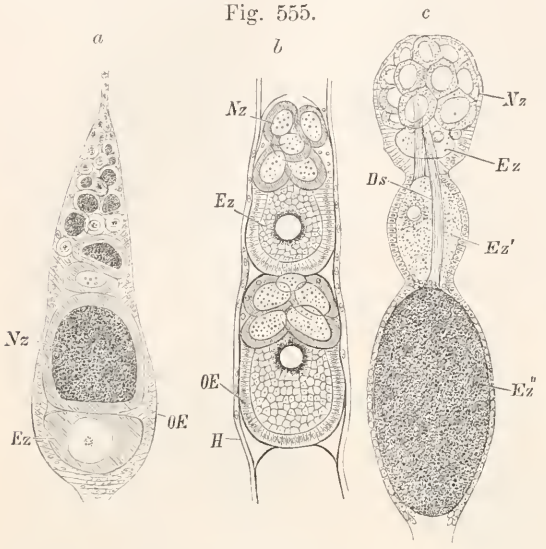


Ausführender Abschnitt der weiblichen Geschlechtsorgane von *Musca domestica* nach Stein. *Od* Oviduct, *Rc* die drei Receptacula seminis, *Dr* Anhangsdrüse der Vagina, *Bl* blindsackförmige Nebenschläuche.

Die Bildungsstätte der Eizellen ist das verjüngte, häufig in einen dünnen Faden verlängerte Endstück der Eiröhre, von welchem sowohl das Wachsthum der Eiröhre, als die Differenzirung ihres Inhalts in Eizellen und Ovarialepithel ausgeht. Nach dem Eierkelch zu nimmt die Ovarialröhre continuirlich an Durchmesser zu, entsprechend der allmäligen Grössenzunahme, welche die im Lumen der Röhre perlschnurartig aneinander gereihten Eier erfahren. Jedes Ei erfüllt eine Kammer und erhält hier eine hartschalige Eihaut (*Chorion*), welche, als Cuticularbildung von dem die Kammerwand auskleidenden Epithel ausgeschieden, in ihrer Sculptur die Besonder-

heiten des Epithels zum Abdruck bringt. Diesem z. B. bei *Pulex* und vielen *Neuropteren* und *Orthopteren* zu beobachtenden Typus gegenüber zeichnet sich ein zweiter Ovarialröhrentypus durch eine complicirtere Gestaltung der Eikammern aus, indem oberhalb des Eies eine einzige (*Forficula*) oder eine ganze Gruppe von Dotterbildungszellen (Nährzellen) liegen, welche auch eine besondere kammerartige Auftreibung bilden können, so dass an der Eiröhre Dotterkammern und Eikammern regelmässig alterniren. (Fig. 555 *a* und *b*.) In seltenen Fällen (*Aphiden*) entwickelt sich am Terminalstück der Eiröhre ein gemeinsames grösseres Fach von Nährzellen, welche gruppenweise durch „Dotterstränge" mit den abwärts folgenden Eikammern in Verbindung stehen. (Fig. 555 *c*.)

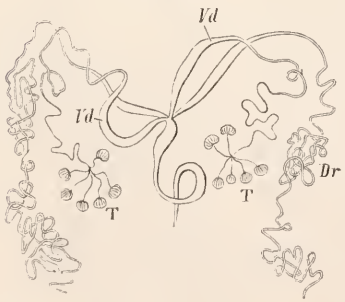
Fig. 555.



a Eiröhre von *Forficula*. *Nz* Nährzelle, *Ez* Eizelle. *OE* Epithel der Eiröhrenwand. — *b* Mittelstück von einer Eiröhre der Spindelbaummotte. *Nz* Nährzellen des Dotterfaches, *Ez* Eizelle im Keimfache, *H* bindegewebige Umhüllungshaut, sogenannte Serosa. — *c* Eiröhre von *Aphis platanoides* mit drei Eifächern (*Ez*—*Ez''*) und dem terminalen Dotterfach. *Nz* Nährzellen desselben, *Ds* Dotterstränge.

Die männlichen Geschlechtsorgane bestehen aus paarigen *Hoden* und deren Samenleitern, aus einem gemeinsamen *Ductus ejaculatorius* und dem äusseren Begattungsorgan. (Fig. 556 und 117 *b*.) Die Hoden bestehen aus Blindschläuchen, welche jederseits in einfacher oder vielfacher Zahl auftreten und, oft knäuelartig zusammengedrängt, einen scheinbar compacten, lebhaft gefärbten Körper darstellen. Auch können sich dieselben zu einem unpaaren Organe in der Medianlinie verbinden (*Lepidoptera*). (Fig. 539.) Die Hodenröhrchen setzen sich jederseits in einen meist geschlängelten Ausführungsgang (*Vas deferens*) fort, dessen unteres Ende beträchtlich erweitert und selbst blasenförmig (*Samenblase*) aufgetrieben sein kann. An der Vereinigungsstelle beider Samenleiter zu dem gemeinschaftlichen muskulösen Ductus ejaculatorius ergiessen in den letzteren häufig ein oder mehrere Drüsenschläuche ihr Secret, welches die Samenballen mit einer Hülle umgibt. Die Ueberführung der Spermatophoren in den weiblichen Körper wird durch eine hornige, das Ende des Ductus ejaculatorius umfassende Röhre

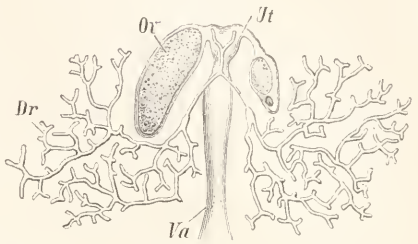
Fig. 556.



Männliche Geschlechtsorgane des Maikäfers, nach Gegenbaur. *T* Hoden, *Vd* erweiterter Abschnitt des Samenleiters, *Dr* gewundene Anhangsdrüsen.

oder Rinne vermittelt. Diese liegt in der Ruhe meist in den Hinterleib eingezogen und wird beim Hervorstülpen von äusseren Klappen oder Zangen scheidenartig umfasst. Nur ausnahmsweise (*Libellen*) liegen die zur Uebertragung des Spermas dienenden Begattungswerkzeuge, ähnlich wie bei den männlichen Spinnen, von der Geschlechtsöffnung entfernt an der Bauchseite des zweiten, blasig aufgetriebenen Abdominalsegments.

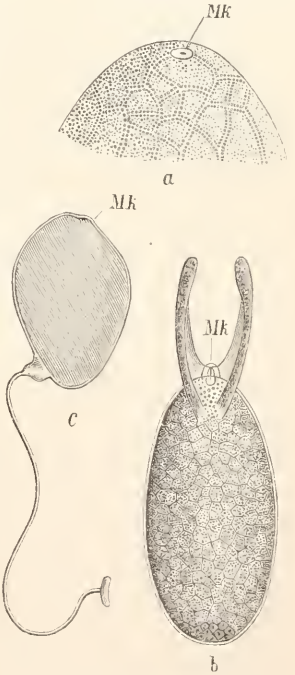
Fig. 557.



Weibliche Geschlechtsorgane des viviparen *Melophagus ovinus* (Pupipare) nach R. Leuckart. *Ov* Ei in der Ovarialröhre der einen Seite. *Ut* Uterus, *Dr* die in denselben einmündenden Drüsen, *Va* Vagina.

Die Insecten sind fast durchwegs ovipar und nur wenige, wie die *Tachinen*, einige *Oestriden* und *Pupiparen* etc., sind lebendig gebärend. In der Regel werden die Eier vor Beginn der Embryonalentwicklung kurz nach der Befruchtung, selten mit bereits fertigem Embryo abgelegt. Im letzteren Falle vollziehen sich die Vorgänge der Furchung und Embryonalbildung im Innern der Vagina. (Fig. 557.) Die Befruchtung des Eies erfolgt meist während seines Durchgleitens durch den Eiergang an der Mündungsstelle des *Receptaculum seminis*. Da die Eier bereits in den Eiröhren mit einem hartschaligen Chorion umgeben werden, müssen besondere Vorrichtungen bestehen, welche den Eintritt der Samenfäden und die Befruchtung möglich machen. Als solche finden sich eine oder zahlreiche Poren (*Mikropylen*)[1] am oberen, beim Durchgleiten des Eies nach dem blinden Ende der Eiröhren gerichteten Pole, welche in sehr charakteristischer Form und Gruppirung das Chorion durchsetzen. (Fig. 558.)

Fig. 558.



Mikropylen (*Mk*) von Insecteneiern, nach R. Leuckart. *a* Oberes Stück der Eischale von *Anthomyia*. — *b* Ei von *Drosophila cellaris*. — *c* Gestieltes Ei von *Paniscus testaceus*.

Bei verschiedenen Insecten wurde spontane Entwicklung unbefruchteter Eier, sogenannte *Parthenogenese*, nachgewiesen, so bei den *Psychiden* (*Psyche*), *Tineiden* (*Solenobia*), *Cocciden* (*Lecanium*, *Aspidiotus*) und *Chermes*, ferner für zahlreiche *Hymenopteren*, insbesondere für die *Bienen*, *Wespen*, *Gallwespen*, *Blattwespen* (*Nematus*). Bei den in sogenannten Thierstaaten zusammenlebenden *Hymenopteren* entstehen aus den unbefruchteten Eiern ausschliesslich männliche Formen (*Arrenotokie*). Die

[1] Vergl. R. Leuckart, Ueber die Mikropyle und den feineren Bau der Schalenhaut bei den Insecten. Müller's Archiv, 1855.

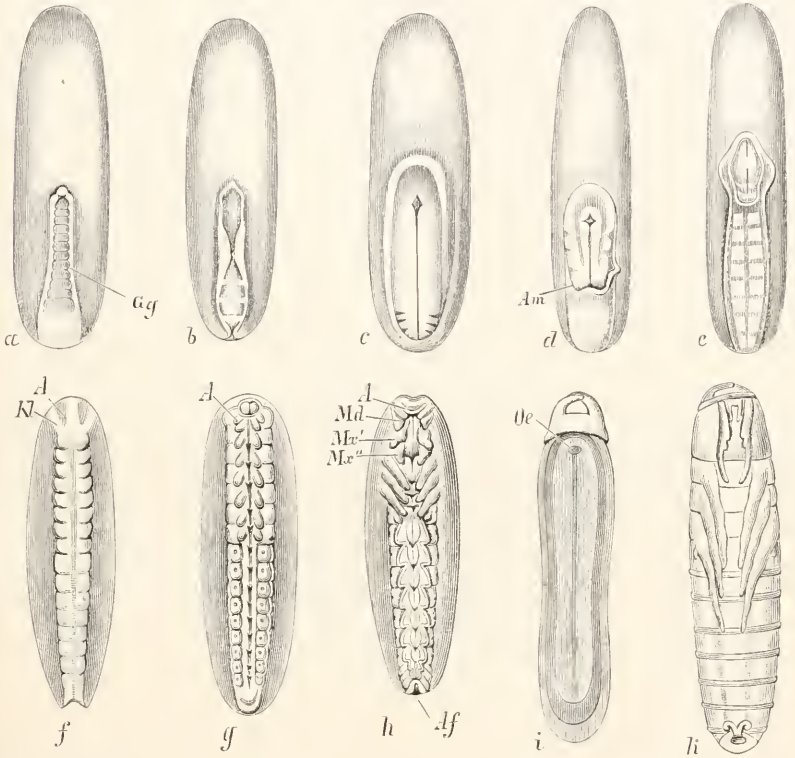
Tannenläuse (*Chermes*) und Gallwespen (*Cynips*) bieten zugleich ein Beispiel für die *Heterogonie*, indem zwei verschiedenartige eierlegende Generationen aufeinander folgen, eine schlanke und geflügelte Sommergeneration und eine flügellose überwinternde Herbst- und Frühlingsgeneration. Aehnlich verhalten sich die nahe verwandten Blattläuse (*Aphiden*), deren Entwicklungscyclus früher als Generationswechsel aufgefasst wurde. Hier folgt auf die zahlreichen parthenogenetisch sich fortpflanzenden Sommergenerationen eine geschlechtlich ausgebildete Herbstgeneration, welche ausser den oviparen, oft ungeflügelten Weibchen geflügelte Männchen enthält. (Fig. 123 *a*, *b*.) Aus den befruchteten Eiern entwickeln sich im Frühjahre wieder vivipare Blattläuse (Sommergeneration), welche meist geflügelt sind (Fig. 123 *c*) und rücksichtlich ihrer Organisation den wahren Weibchen sehr nahe stehen, indessen an ihren abweichend gebauten Fortpflanzungsorganen der Samentasche entbehren. Da sich dieselben niemals begatten, wurden sie häufig als mit Keimröhren ausgestattete Ammen betrachtet und ihre Vermehrung als ungeschlechtliche aufgefasst. Indessen besitzt nicht nur der Keimapparat dieser sogenannten Blattlausammen eine sehr grosse Aehnlichkeit mit dem weiblichen Geschlechtsapparat der Insecten, sondern es erscheint auch die Anlage und Entstehung des Keimes mit der des Eies so übereinstimmend, dass die viviparen Aphiden als eine besonders gestaltete Generation von Weibchen aufzufassen sind, deren Genitalapparat einige auf Parthenogenese bezügliche Vereinfachungen erfahren hat. Immerhin mag es passend sein, in diesem Falle das Ovarium *Pseudovarium* und die in demselben entstehenden *befruchtungsunfähigen* Eier, mit deren Wachsthum die Embryonalentwicklung zusammenfällt, *Pseudova* zu nennen. Unter demselben Gesichtspunkte dürfte die Fortpflanzungsweise einiger Dipteren zu erklären sein, welche bereits als Larven (*Cecidomyia*, *Miastor*) (Fig. 125), in einem bekannten Falle (*Chironomus*) als Puppen zeugungsfähig sind (*Paedogenese*).

Die Entwicklung [1]) des Embryos erfolgt in der Regel ausserhalb des mütterlichen Körpers und nimmt je nach der Temperatur und Jahreszeit eine grössere oder geringere Zeitdauer in Anspruch. Eine endovitelline Furchung führt zur Anlage einer peripherischen Keimhaut, welche stets aus einer einfachen Lage von Zellen besteht, und im Dotter verbleibenden Zellen, welche später die Resorption des Dotters bewirken. Aus der den Dotter umschliessenden Keimhaut geht durch Verdickung und schärfere Abgrenzung an der späteren Bauchseite die als *Keimstreifen* bezeichnete Anlage des Kopfes und der ventralen Hälfte des Embryos hervor. Bei *Hydrophilus* nimmt der anfangs nur durch höhere Zellen der Keimhaut veranlasste Keimstreifen zunächst einen nur

[1]) A. Weismann, Die Entwicklung der Dipteren. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XIII und XIV. E. Metschnikoff, Embryologische Studien an Insecten. Ebendaselbst, Tom. XVII. A. Kowalevski, Embryologische Studien an Würmern und Arthropoden. Petersburg, 1871. N. Bobretzky, Ueber die Bildung des Blastoderms und der Keimblätter bei den Insecten. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XXXI. 1878. K. Heider, Die Embryonalentwicklung von Hydrophilus piceus L. Erster Theil. Jena, 1889.

kleinen Theil des Eies am Hinterende desselben ein. (Fig. 559 *a*.) Der mediane Theil dieser Keimanlage stülpt sich ein und wird zu einer Rinne, dann nach Verwachsung der Seitenränder der Rinne zu einem Canal, dessen Hohlraum bald verschwindet. (Fig. 559 *b*, *c*.) Diese Einstülpung bildet die Anlage des unteren

Fig. 559.

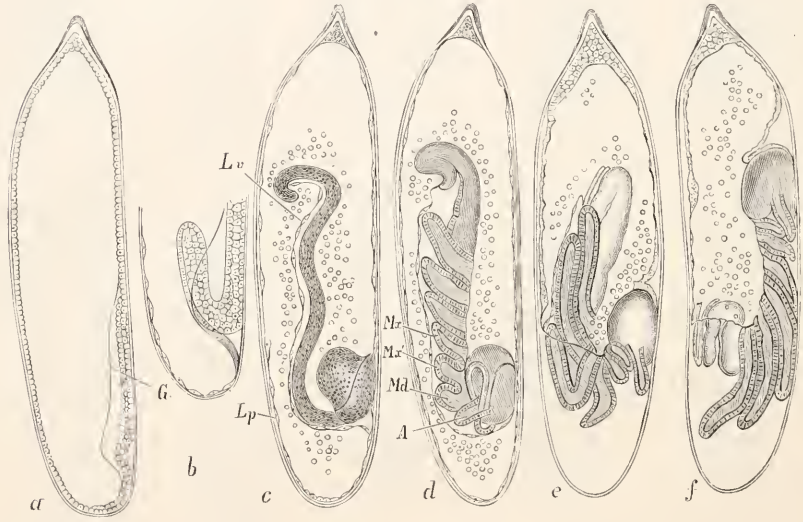


Entwicklung des Embryos von *Hydrophilus piceus*, nach Kowalevski. *a* Schildförmige Embryonalanlage (Keimstreifen) mit erhobenen Seitenrändern (*Gg*). — *b* Diese Ränder wachsen in der Mitte bereits zusammen. — *c* Die Rinne hat sich fast überall geschlossen. — *d* Die Schwanzfalte der Embryonalhäute (*Am*) hat das Hinterende der geschlossenen Rinne überwuchert und rückt nach vorne weiter. — *e* Die Embryonalhäute haben die Embryonalanlage fast vollständig überwachsen. — *f* Die Embryonalanlage (Keimstreifen) unter den bereits vollständig geschlossenen Embryonalhäuten, mit 17 Ursegmenten. *Kl* Kopflappen, *A* Antennen. — *g* Der Keimstreifen ist an beiden Enden bereits vollständig auf die Bauchseite gerückt. Man sieht die zweilappige Oberlippe, die Fühler (*A*), Kiefer und Beinanlagen. Auch am siebenten Segment findet sich ein Extremitätenhöcker. An den Abdominalsegmenten haben sich runde Einstülpungen (Tracheenanlagen) gebildet. Eine Längsrinne zieht vom Mund bis zum After. — *h* Der Keimstreifen bedeckt die ganze Bauchseite des Eies. Die Oeffnungen der Einstülpungen (Stigmen) sind klein geworden. Am ersten Bauchsegment sieht man noch den Extremitätenstummel. Die Ganglien der Bauchkette sind angelegt. *Md* Mandibel, *Mx'* erste Maxille, *Mx''* zweite Maxille, *Af* After. — *i* Die sogenannte Rückenplatte im Stadium des Schlusses zu einem Rohre. *Oe* Oeffnung desselben. — *k* Embryo von der Bauchseite vor dem Ausschlüpfen.

Blattes (Entoderm und Mesoderm, Kowalevski). Am Rande des sogenannten Keimstreifens (Bauchplatte) erheben sich alsbald neue Falten, welche zur Entstehung der für die Insectenentwicklung charakteristischen Embryonalhäute führen. Bei Hydrophilus wachsen die Falten von hinten nach vorne über dem

Keimstreifen zusammen, verschmelzen miteinander und liefern so eine äussere und innere Hülle, von denen die erstere als Serosa, die letztere als Amnion (Deckblatt) bezeichnet wird. (Fig. 559 *d*, *e*.) Noch vor der erwähnten Ueberwachsung zerfällt der Keimstreifen in zwei symmetrische Hälften, die *Keimwülste*, welche durch quere Einschnürung in Segmente (bis auf 17) zerfallen und zunächst hinter den sogenannten Scheitelplatten des Vorderkopfes mit den Antennenanlagen drei *Kopfsegmente* (mit den später als Auswüchsen auftretenden Anlagen der Mundgliedmassen) zur Sonderung bringen, hinter welchen sich die übrigen *Segmente* des Leibes der Reihe nach abgrenzen. Gleichzeitig zieht sich der anfänglich auch auf die Dorsalseite des Eies sich erstreckende Keimstreifen in

Fig. 560.



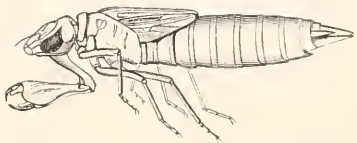
Embryonale Entwicklung einer Libelle (*Calopteryx virgo*), nach Al. Brandt. *a* An dem anfangs einschichtigen, an den Polen verdickten Blastoderm beginnt das Einwachsen des Keimstreifens. *G* Seitliche Grenze der Blastodermverdickung. — *b* Etwas älteres Stadium. — *c* Die Embryonalhüllen sind ausgebildet. *Lp* Parietales (Serosa), *Lv* viscerales (Amnion) Blatt derselben. — *d* Am Keimstreifen sind die Extremitäten vorgesprosst. *A* Antenne, *Md* Mandibel, *Mx'* Maxille, *Mx* Unterlippe. Dann folgen die drei Beinpaare. — *e* Umdrehung des aus der Scheide des visceralen Blattes vorgestülpten Embryos. — *f* Die Umdrehung ist vollendet, das hintere Leibesende wird frei. Am Rücken der Dottersack.

der Längslinie zusammen, breitet sich dagegen mehr und mehr mit seinen Seitentheilen auf den Rücken aus. (Fig. 559 *f*, *g*, *h*.) Die Anlage des Mitteldarmes geht vom unteren, nach Kowalevski durch Einstülpung hervorgegangenen Blatte aus. Der Embryonalkörper gewinnt Mund und After, sowie gleichfalls durch Einstülpung von der Haut aus die Tracheen. Das Nervensystem entsteht vom äusseren Blatte aus. Es reissen nun die Embryonalhäute ein, und es bildet sich gleichzeitig die sogenannte Rückenplatte, welche zu einem sich zu einem Rohre verengenden Sacke wird, der am Vorderende durch eine kleine Oeffnung ausmündet. Dieses Rückenrohr wird später rückgebildet und fehlt der ausschlüpfenden Larve vollständig.

In manchen Fällen (*Rhynchoten*, *Libellen*) wächst der Keimstreifen in das Innere des Dotters hinein, wodurch ein sogenannter innerer Keimstreifen entsteht (Fig. 560), der später nach aussen zurückgestülpt wird.

Die freie Entwicklung erfolgt in der Regel mittelst *Metamorphose*, indem die Form, Organisation und Lebensweise der aus dem Ei ausgeschlüpften Jungen vom geschlechtsreifen Thiere verschieden ist. Nur die am tiefsten stehenden, theilweise parasitischen und in beiden Geschlechtern flügellosen *Apteren* verlassen das Ei in der bereits fertigen Körperform (*Insecta ametabola*). Bei den einer Verwandlung unterworfenen Insecten ist übrigens die Art und der Grad der Metamorphose sehr verschieden, so dass die aus früherer Zeit überkommene Bezeichnung einer *unvollkommenen* und *vollkommenen* Metamorphose in gewissem Sinne berechtigt erscheint. Im ersteren Falle (*Rhynchoten*, *Orthopteren*) wird der Uebergang der ausschlüpfenden Larven in das ausgebildete geflügelte Insect durch eine Anzahl freibeweglicher und Nahrung aufnehmender Larvenstadien vermittelt, welche unter Abstreifungen der Haut aus einander hervorgehen, mit zunehmender Grösse Flügelstummel erhalten, die Anlage der Geschlechtsorgane weiter ausbilden und den geflügelten Insecten immer ähnlicher werden. Im einfachsten Falle schliesst sich auch die Lebensweise und Organisation der jungen Larven bereits ganz an die des Geschlechtsthieres an, z. B. bei den *Hemipteren* und *Heuschrecken*, in anderen Fällen weichen Larve und Geschlechtsthier durch Lebensweise und Aufenthaltsort beträchtlich ab. So leben z. B. die Cicaden im Larvenalter unter der Erde und besitzen Grabfüsse, welche in dem ruhend gewordenen Uebergangsstadium zu dem Zustand des auf Bäumen lebenden Imago eine Umgestaltung erfahren. Es ist hier schon eine Art ruhender Puppe vorhanden, so dass die Verwandlung an die Insecten mit vollkommener Metamorphose anschliesst.

Fig. 561.



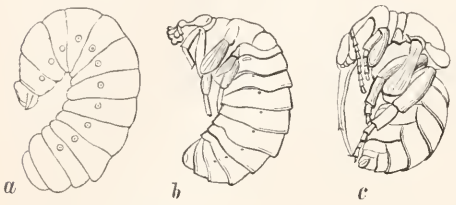
Aeschna-Larve mit Flügelstummel und Maske.

Die Larven der amphibiotischen Pseudoneuropteren, *Ephemeren* und *Libellen*, leben in einem anderen Medium unter abweichenden Ernährungsbedingungen und bestehen eine grosse Zahl von Häutungen (*Chloëon* nahezu 20). Die im Wasser lebenden Larven besitzen Kiementracheen und entbehren der Stigmen, welche erst beim Uebergang in das geflügelte Thier durchbrechen. Die letzten als Nymphen bekannten Larvenphasen besitzen in allen Flügelstummel (Fig. 561) und nur da, wo bei Insecten mit unvollkommener Metamorphose auch die Flügel des geschlechtsreifen Thieres (secundär durch Rückbildung) verloren gegangen sind (flügellose *Orthopteren*, *Corrodentia* und *Dermaptera*), fehlen auch die Flügelstummel den letzten Larvenstadien. Solche Insecten sind wiederum in die sogenannte Ametobolie zurückgefallen.

Vollkommen wird die Verwandlung durch das Auftreten eines meist ruhenden (nicht selten frei sich bewegenden), stets aber der Nahrungsaufnahme entbehrenden *Puppen*stadiums, mit welchem das Larvenleben abschliesst und

das Leben des geflügelten Insectes (*Imago*) beginnt. Trotz der scheinbaren Discontinuität der Entwicklung, die bei dem Uebergang der Larve in die Puppe und dieser in das Stadium des Imago besteht, schreitet die Umgestaltung auch hier ganz allmälig vor, indem sich in der Larve schon die Anlage der Flügel und Extremitäten vollzieht, welche erst mit der Abstreifung der Haut an der Puppe äusserlich hervortreten. Auch kann die Puppe selbst mehrere Formzustände zeigen, wie z. B. bei den Apiden, wo dieselbe zuerst als Halbpuppe (Subnymphe) einen noch *kurzen* Meso- und Metathorax mit kurzen Flügellappen und Gliedmassen besitzt, während in dem späteren Zustande der Puppe diese Körpertheile umfangreicher entwickelt sind und dem geflügelten Insect viel näher stehen. (Fig. 562.)

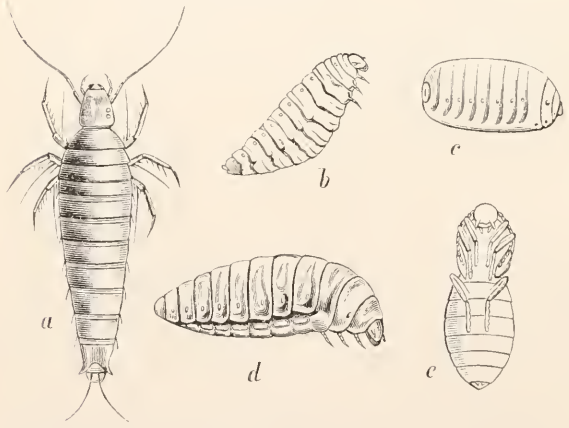
Fig. 562.



a Larve der Hummel im Stadium der Verpuppung. *b Pseudonymphe* (*Semipupa*). *c* Puppe. Nach Packard.

Den Puppenstadien der Insecten mit vollkommener Metamorphose erscheinen die Larven mit Flügelstummeln, welche bei den Insecten mit unvollkommener Verwandlung in mehrfacher Zahl aufeinander folgen, einigermassen vergleichbar. Bei den Eintagsfliegen pflegt man das letzte derselben, welches unmittelbar vor dem Uebergang in das geschlechtsreife geflügelte Insect aus der Larve mit Flügelstummeln nach Abstreifung der Haut hervorgeht, als Subimago zu bezeichnen. Die Verwandlung erscheint somit im Gegensatz zu der allmäligen continuirlichen Umgestaltung der unvollkommenen Metamorphose discontinuirlich, ein offenbar secundäres Verhältniss, welches phyletisch aus der continuirlichen abzuleiten ist. Auch erscheint alsdann die Zahl der Häutungen eine beschränktere, indem schon die vierte Häutung in das letzte Stadium des Imago überführt.

Fig. 563.



Metamorphose von *Sitaris humeralis*, nach Fabre. *a* Erste Larvenform, *b* zweite Larvenform, *c* Scheinpuppe, *d* dritte Larvenform, *e* Puppe.

Als *Hypermetamorphose* hat man nach dem Vorgange Fabre's eine Entwicklungsart unterschieden, welche durch das Auftreten mehrerer verschieden gestalteten und sich ernährenden Larvenformen und zwischen denselben eingeschobener puppenartigen Ruhestadien gewissermassen noch über die vollkommene Verwandlung hinausgeht (*Meloiden*). (Fig. 563.) In diesen Fällen ist

jedoch die Zahl der Häutungen keineswegs vermehrt, indem die intermediären Ruhestadien von der abgestreiften, aber zurückgebliebenen Larvenhaut umschlossen sind.

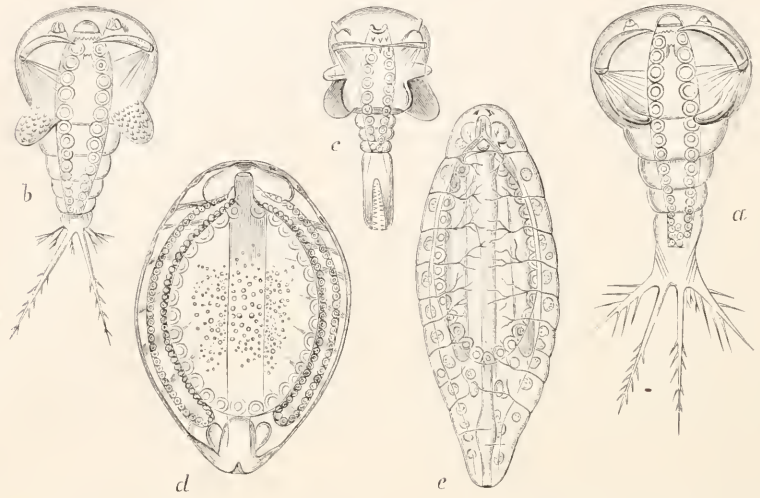
In ihrer Körperform erinnern die Larven durch die homonome Segmentirung an die Anneliden. Indessen dürften verhältnissmässig nur wenige Larvenformen ihre ursprüngliche Gestaltung bewahrt haben und eine phyletische Bedeutung besitzen, wie insbesondere die *Campodea*-ähnlichen Larven der *Meloiden*, ferner von *Mantispa* und manchen Käfern und Geradflüglern; in den meisten Fällen verdanken die Insectenlarven secundären Anpassungen ihre Eigenthümlichkeiten. Die am tiefsten stehenden, meist parasitischen Larven sind wurmförmig geworden und entbehren sowohl der Gliedmassen, als eines gesonderten Kopfabschnittes, dessen Stelle durch die vorderen Leibesringe vertreten wird [*Maden* der *Dipteren* (Fig. 83) und zahlreicher *Hymenopteren*]. In anderen Fällen ist zwar ein gesonderter Kopfabschnitt vorhanden, aber die nachfolgenden Brust- und Hinterleibssegmente sind vollständig gliedmassenlos. Die Larven der Netzflügler, zahlreicher Käfer, der Blattwespen und Schmetterlinge (*Raupen*) besitzen dagegen an ihren drei freien Brustsegmenten gegliederte Extremitäten, häufig aber auch an den Hinterleibssegmenten eine grössere oder geringere Zahl von Fussstummeln (Afterfüsse). Bei vielen Insecten sind die Anlagen von abdominalen Fusspaaren auf das Embryonalleben [1]) beschränkt, und werden noch vor dem Ausschlüpfen der Larve wieder rückgebildet (*Mantis*, *Hydrophilus*, *Blatta*, *Melolontha*). Am Kopfe jener Larven finden sich zwei Antennenstummel und einfache Punktaugen in verschiedener Zahl. Die Mundtheile sind in der Regel beissend, auch da, wo die ausgebildeten Insecten Saugröhren besitzen, bleiben aber freilich mit Ausnahme der Mandibeln gewöhnlich rudimentär (Fressspitzen). Ausnahmsweise kann die Metamorphose durch ganz absonderliche Larvenformen ausgezeichnet sein, wie z. B. bei den *Pteromalinen* (*Platygaster*, *Teleas*), deren Eier in andere Insectenlarven abgelegt werden. (Fig. 564.)

Die Ernährungsart der Larve wechselt mannigfach, indessen praevaliren vegetabilische Substanzen, welche im Ueberflusse dem rasch wachsenden Körper zu Gebote stehen. Derselbe besteht meist in kurzer Zeit vier oder auch fünf, selten eine grössere Zahl Häutungen und legt im Laufe seines Wachsthums den Körper des geflügelten Insectes vollständig an, freilich nicht überall durch unmittelbare Umbildung bereits vorhandener Theile, sondern zuweilen unter wesentlichen Neubildungen. In dieser Hinsicht kommen bedeutende Verschiedenheiten vor, deren Extreme bei den Dipteren durch die Gattungen *Corethra* und *Musca* repräsentirt werden. Im ersteren Falle verwandeln sich die Larvensegmente und die Gliedmassen des Kopfes direct in die entsprechenden

[1]) Vergl. V. Graber, Ueber die Polypodie der Insectenembryonen. Morphol. Jahrb. Tom. XIII, 1888. E. Haase, Die Abdominalanhänge der Insecten mit Berücksichtigung der Myriopoden. Ebendas. Tom. XV, 1889.

Theile der Mücke, während die Beine und Flügel nach der letzten Larvenhäutung als Anhänge der Hypodermis in der Umgebung eines Nerven, respective einer Luftröhre als sogenannte *Imaginalscheiben* gebildet werden. Die Muskeln des Abdomens und die übrigen Organsysteme gehen unverändert oder mit geringen Umgestaltungen in die des geflügelten Thieres über, die Thorax-

Fig. 564.



Larvenformen von drei *Platygaster*-Arten, nach Ganin. *a*, *b*, *c* Cyclopsähnliche Larvenstadien mit Kieferklauen. *d* Zweites Larvenstadium. *e* Drittes Larvenstadium.

muskeln dagegen entstehen als Neubildungen aus bereits im Ei angelegten Zellsträngen. Mit diesen geringen Veränderungen steht das active Leben der Puppe und die geringe Entwicklung des Fettkörpers in nothwendiger Correlation.

Fig. 564*f*.

Imago von *Platygaster*, nach Ganin.

Bei *Musca* dagegen, deren ruhende Puppen von einer festen tonnenförmigen Haut eingeschlossen liegen und einen reichlichen Fettkörper enthalten, entsteht der Körper des ausgebildeten Thieres mit Ausnahme des Abdomens durch tiefgreifende Umbildungen der Larve. Kopf und Thorax gehen aus Imaginalscheiben hervor, die, bereits im Ei angelegt, im Larvenkörper in der Umgebung von Nerven oder Tracheen zur Entwicklung gelangen. Erst während des Puppenstadiums verwachsen diese Scheiben zur Bildung von Kopf und Brust. Jedes Brustsegment wird aus zwei (einem dorsalen und ventralen) Scheibenpaaren zusammengesetzt, deren Anhänge die späteren Beine und Flügel darstellen. Auch die inneren Organe der Larve erfahren wesentliche Umgestaltungen, zerfallen zum Theil, um durch Neubildungen ersetzt zu werden.

Nach Weismann's Darstellung wurde dieser Vorgang als ein Process der Histolyse aufgefasst, durch welchen aus den zerfallenen Geweben unter Vermittlung des Fettkörpers neue Zellen zur Bildung der Organe des Imago

entstehen sollten. Es hat jedoch Kowalevski[1]) dargethan, dass die aus den zerfallenen Geweben entstandenen Körnchenkugeln keine neugebildeten Zellen, sondern die Blutkörperchen sind, welche als *Phagocyten* (Metschnikoff) die in ihrer Function geschwächten Gewebe zum Zerfall bringen, in sich aufnehmen, verdauen und als Ernährungsmaterial dem Organismus zuführen.

Hat die Larve eine bestimmte Grösse und Ausbildung erreicht, d. h. ist dieselbe ausgewachsen und mit dem für die weiteren Umwandlungen erforderlichen Nahrungsmaterial in Gestalt des mächtig entwickelten Fettkörpers ausgerüstet, so schickt sich dieselbe zur Verpuppung an. Die Larven zahlreicher Insecten verfertigen sich mittelst ihrer Spinndrüsen über oder unter der Erde ein schützendes Gespinnst, in welchem sie nach Abstreifung der Haut in das Stadium der *Puppe* (*Chrysalis*) eintreten. Entweder liegen die äusseren Körpertheile des geflügelten Insectes der gemeinsamen hornigen Puppenhaut an, so dass sie als solche zu erkennen sind (*Lepidopteren*, *Pupa obtecta*), oder dieselben stehen bereits frei vom Rumpfe ab (*Coleopteren*, *Pupa libera*). Indessen ist dieser Unterschied untergeordneter Art, indem auch bei den ersteren unmittelbar nach der Häutung die Gliedmassen frei liegen und erst nachher durch die erhärtende cuticulare Schicht verkittet werden. Bleibt die Puppe auch noch von der letzten Larvenhaut umschlossen (*Muscäden*), so heisst dieselbe *Pupa coarctata*.

Ueberall liegt bereits der Körper des geflügelten Insects mit seinen äusseren Theilen in der Puppe scharf umschrieben vor, und es ist die besondere Aufgabe des Puppenlebens, die Umgestaltung der inneren Organisation und Reife der Geschlechtsorgane zu vollenden. Ist diese Aufgabe erfüllt, so sprengt das allmälig consolidirte geflügelte Insect die Puppenhaut, arbeitet sich mit Fühlern, Flügeln und Beinen hervor und breitet die zusammengefalteten Theile unter dem Einflusse lebhafter Inspiration und Luftanfüllung der Tracheen auseinander. Die Chitinbekleidung erstarrt mehr und mehr, aus dem Enddarm tropft das während des Puppenschlafes entstandene und aufgespeicherte Harnsecret aus und das Insect ist zu allen Geschäften des geschlechtsreifen Thieres tauglich.

Die Lebensweise der Insecten ist so mannigfach, dass sich kaum eine allgemeine Darstellung geben lässt. Zur Nahrung dienen sowohl vegetabilische als animalische Substanzen, welche in der verschiedensten Form, sei es als feste Stoffe oder als Flüssigkeiten, sei es im frischen oder im faulenden Zustande, aufgenommen werden. Insbesondere werden die Pflanzen von den Angriffen der Insecten und deren Larven heimgesucht, und es existirt wohl keine Phanerogame, welche nicht ein oder mehrere Insectenarten ernährte. Indessen erscheinen viele Insecten wiederum für das Gedeihen der Pflanzenwelt nützlich und nothwendig, indem sie, wie zahlreiche Fliegen, Bienen und Schmetterlinge

[1]) A. Kowalevski, Beiträge zur Kenntniss der nachembryonalen Entwicklung der Museiden. Zeitschr. für wiss. Zool. Tom. 44, 1887.

durch Uebertragung des Pollens auf die Narbe der Blüthen die Befruchtung vermitteln.

Den vollkommenen Leistungen der vegetativen Organe entsprechen die vielseitigen und oft wunderbaren, auf psychische Lebensäusserungen hindeutenden Handlungen. Dieselben werden allerdings grossentheils instinctiv durch den Mechanismus der Organisation ausgeführt, beruhen zum Theil aber entschieden auf psychischen Vorgängen, indem sie im Zusammenhange mit dem hoch entwickelten Perceptionsvermögen der Sinnesorgane Gedächtniss und Urtheil voraussetzen. Mit dem Instincte tritt das Insect in die Welt, zu den auf Gedächtniss und Urtheil beruhenden Handlungen hat sich dasselbe die psychischen Bedingungen erst auf dem Wege der Sinnesperception und Erfahrung zu erwerben (*Biene*). In der ererbten Organisation aber sind alle jene Fähigkeiten eingeschlossen, welche, im langsamen Processe phylogenetischer Gestaltung unter Aufwand von psychischen Kräften erworben, im häufigen, zuletzt automatischen Gebrauche rein mechanisches Eigenthum des Organismus wurden.

Die instinctiven und psychischen Aeusserungen beziehen sich zunächst auf die Erhaltung des Individuums, indem sie Mittel und Wege zum Erwerbe der Nahrung und zur Vertheidigung schaffen, ganz besonders aber als sogenannte *Kunsttriebe* durch die Sorge um die Brut auf die Erhaltung der Art. Am einfachsten offenbart sich die letztere in der zweckmässigen Ablage der Eier an geschützten Plätzen und an bestimmten, dem ausschlüpfenden Thiere zur Nahrung dienenden Futterpflanzen. Complicirter werden die Handlungen des Mutterinsectes überall da, wo sich die Larve in besonders gefertigten Räumen entwickeln und nach ihrem Ausschlüpfen die erforderliche Menge geeigneter Nahrungsmittel vorfinden muss (*Sphex sabulosa*). Am wunderbarsten aber bilden sich die Kunsttriebe bei einigen psychisch am höchsten stehenden *Pseudoneuropteren* und *Hymenopteren* aus, welche sich weiter um das Schicksal der ausgeschlüpften Brut kümmern und die jungen Larven mit zugetragener Nahrung grossziehen. In solchen Fällen vereinigt sich eine grosse Zahl von Individuen zu gemeinsamem Wirken in sogenannten *Thierstaaten* mit ausgeprägter Arbeitstheilung ihrer männlichen, weiblichen und geschlechtlich verkümmerten Generationen (Termiten, Ameisen, Wespen, Bienen).

Einige Insecten erscheinen zu Tonproductionen[1]) befähigt, die wir zum Theil als Aeusserung einer inneren Stimmung aufzufassen haben. Man wird in dieser Hinsicht von den summenden Geräuschen der im Fluge befindlichen Hymenopteren und Dipteren (Vibriren der Flügel und blattförmiger Anhänge im Innern von Tracheen), ebenso wohl von den knarrenden Tönen zahlreicher Käfer, welche durch die Reibung bestimmter Körpersegmente aneinander (Pronotum und Mesonotum, *Lamellicornier*) oder mit der Innenseite der Flügeldecken entstehen, abstrahiren können, obwohl es möglich bleibt, dass sie zur

[1]) H. Landois, Die Ton- und Stimmapparate der Insecten. Leipzig, 1867.

Abwehr feindlicher Angriffe eine Beziehung haben. Eigenthümliche Stimmorgane, welche Locktöne zur Anregung der Begattung erzeugen, finden sich bei den männlichen *Singzirpen* (*Cicada*) am Hinterleibe und bei den männlichen *Gryllodeen* und *Locustiden* an der Basis des Vorderflügels. Aehnliche, wenngleich schwächer zirpende Töne produciren indessen auch beide Geschlechter der *Acrididen* durch Reiben der Schenkel der Hinterbeine an einer Firste der Flügeldecke.

Die Verbreitung der Insecten ist eine fast allgemeine, vom Aequator an bis zu den äussersten Grenzen der Vegetation, freilich unter beträchtlicher Abnahme der Artenzahl, der Grösse und Farbenpracht der Arten. Einige Formen sind wahre Kosmopoliten, z. B. der Distelfalter.

Fossile Insecten finden sich schon im mittleren Silur (*Blattide*) [1]), dann im Devon (*Libellulüden* und *Neuropteren*), sowie in der Steinkohlenformation, in späteren Formationen bis zum Tertiärgebirge an Artenzahl zunehmend. Schon die palaeozoischen Formen zeigen hochentwickelte Typen, von denen einzelne (*Eugereon*) Charaktere von Hemipteren, Neuropteren und Orthopteren verbinden, andere entschiedene Neuropteren, Rhynchoten und Orthopteren sind. Am schönsten erhalten sind die Einschlüsse im Bernstein und die Abdrücke des lithographischen Schiefers.

Den ältesten und ursprünglichsten Insecten stehen ohne Zweifel die *Campodeen-* und *Japyx*arten am nächsten. Die Körperform und Organisation derselben zeigt zugleich die nächsten und so zahlreiche Beziehungen zu den Myriopoden, dass eine gemeinsame Abstammung beider Ordnungen sehr wahrscheinlich sein dürfte. In jüngster Zeit hat man insbesondere den ausstülpbaren Bläschen, welche an den Segmenten der Thysanuren und Myriopoden vorkommen, sowie den am Abdomen der erstern vorhandenen, und im Embryonalleben auch der höhern geflügelten Insecten vorübergehend auftretenden Gliedmassen eine grosse Bedeutung für die genetische Zusammengehörigkeit beider eingeräumt und in den *Symphylen* (*Scolopendrella*) die der gemeinsamen Stammform am nächsten verwandten Antennaten zu erkennen geglaubt.

1. Ordnung. **Apterogenea** [2]).

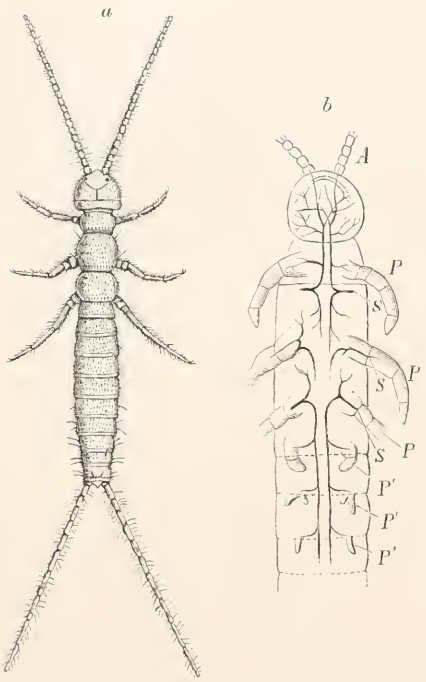
Flügellose Insecten mit behaarter (beschuppter) Körperbedeckung, mit rudimentären, beissenden Mundtheilen und borstenförmigen Analfäden, beziehungsweise Springapparat am Ende des zehngliedrigen Abdomens, ohne Metamorphose.

[1]) Woodward, Lithomantis. Quart. Journ. Geol. Soc. London, 1876. Hagen. Bulletin of the Museum of comp. Zool. vol., VIII, 1881.

[2]) John Lubbock, Monograph of the Collembola and Thysanura. London, 1873. B. Grassi, I Progenitori dei Miriapodi e degli Insetti. II und III. Catania, 1886. J. T. Oudemans, Beiträge zur Kenntniss der Thysanura und Collembola. Amsterdam, 1887. B. Grassi, Anatomie comparée des Thysanoures et considerations générales sur l'organisation des Insectes. Arch. Ital. de Biologie. Turin, 1889.

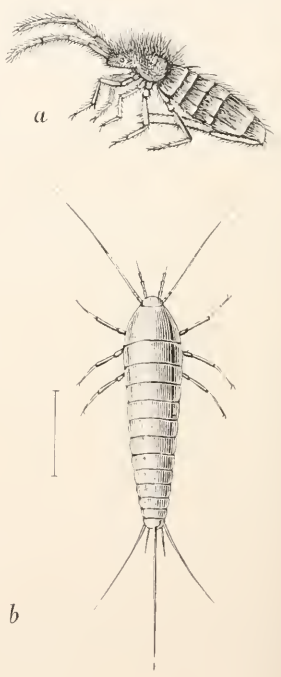
Die Thysanuren scheinen den ursprünglichen Charakter der ältesten Insectenformen am meisten bewahrt zu haben und erinnern ganz besonders in den langgestreckten Campodiden an gewisse Myriopoden (Symphylen, *Scolopendrella*), zumal sie auch am Abdomen Fussstummel tragen können. (Fig. 565 *a*, *b*.) Man hat daher die Campodiden als den Stammformen der Insecten am nächsten stehend zu betrachten. Flügel fehlen und zwar ist der Mangel derselben im Gegensatze zu vielen flügellosen Insecten aus den anderen Ordnungen kein secundärer, sondern ursprünglicher. Am Vorderrande des Kopfes finden sich

Fig. 565.



a Campodea staphylinus, nach J. Lubbock. *b* Vordere Körperhälfte von *C. fragilis*, nach Palmén. *A* Antenne, *S* Stigmen, *P* Thoracalfüsse, *P'* Fussstummel des Abdomens.

Fig. 566.

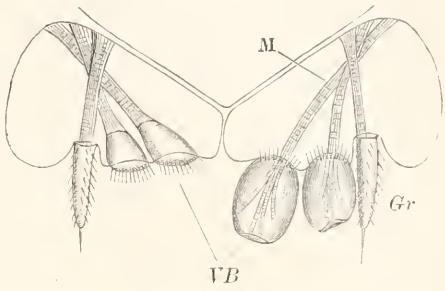


a Podura villosa, *b Lepisma saccharina* (règne animal).

mässig lange borstenförmige Fühler und meist gehäufte Ocellen anstatt der Facettenaugen, die nur bei *Machilis* und *Lepisma* auftreten. Die Mundwerkzeuge bestehen aus Mandibeln und Maxillen, welche in eine Art Atrium zurückgezogen werden können. Die Maxillartaster sind siebengliedrig, die Labialtaster dreigliedrig. Tracheen fehlen bei vielen Collembolen (*Podura*) vollständig, während sie bei *Campodea* sehr einfache Verhältnisse zeigen. Hier finden sich nur drei Stigmenpaare, und es fehlen die Anastomosen der aus denselben entspringenden Tracheenstämme. Die drei Thoracalsegmente sind oft verschieden gross. Abdomen aus sechs bis zehn Segmenten gebildet. Aehnlich wie bei

Scolopendrella sind an den Abdominalsegmenten von *Campodea*, *Machilis* und anderen Thysanuren vorstülpbare Bläschen (Fig. 567), an deren Aussenseite ein griffelförmiger Zapfen vorragt, und am vorletzten Hinterleibssegmente erheben sich oft borstenförmige Fäden, die, bauchwärts eingeschlagen, als Springapparat (Springgabel) zum Fortschnellen dienen. (Fig. 566 *a*.) In diesem Falle ist oft an der Bauchseite des ersten Abdominalsegments ein Haftapparat mit Drüse vorhanden. Die Entwicklung erfolgt ohne Metamorphose, aber unter zahlreichen Häutungen.

Fig. 567.



Ventralschild eines Abdominalsegmentes von *Machilis maritima*, nach Oudemans. *VB* Vorstülpbare Bläschen, *M* deren Muskeln, *Gr* seitlicher Griffel (Beinrudiment).

1. Unterordnung. *Thysanura*. Körper langgestreckt mit zehngliedrigem Hinterleib, welcher Rudimente von Gliedmassen besitzen kann und mit zwei Analanhängen endet. Zusammengesetzte Augen können vorhanden sein.

Fam. *Campodidae*. Körper mit Rudimenten von Gliedmassen und zwei Analfäden. *Japyx gigas* Br., Cypern. *J. solifugus* Hal., *Campodea staphylinus* Westw. (Fig. 565.)

Fam. *Lepismidae*, Borstenschwänze. Körper mit metallisch schimmernden Schuppen dicht bedeckt. Das Abdomen endet mit einer längeren Mittelborste und zwei schwächeren seitlichen Borsten. *Lepisma saccharina* L., Zuckergast, Silberfischchen. (Fig. 566 *b*.) *Machilis polypoda* L. *M. maritima* Latr., auf und unter Steinen an den Meeresküsten.

2. Unterordnung. *Collembola*. Körper mehr oder minder gedrungen mit sechs oder weniger Hinterleibssegmenten, fast stets mit bauchwärts umgeschlagener Springgabel endend. Augen fehlen oder sind Punktaugen.

Fam. *Poduridae*. *Podura aquatica* Deg. *P. villosa* Geoff. (Fig. 566 *a*). *Smynthurus signatus* Latr.

2. Ordnung. **Orthoptera**[1]**, Geradflügler.**

Insecten mit beissenden Mundwerkzeugen, viertheiliger Unterlippe, mit zwei ungleichen Flügelpaaren und unvollkommener Metamorphose.

Der den Flügeln entlehnte Name der Ordnung passt keineswegs auf alle hierher gehörigen Formen, wie auch in der äusseren Erscheinung und inneren Organisation eine grosse Mannigfaltigkeit obwaltet. Meist trägt der grosse Kopf lange vielgliedrige Fühlhörner, ansehnliche Facettenaugen und auch zwei oder drei Punktaugen. Die Mundwerkzeuge sind zum Kauen und Beissen eingerichtet. (Fig. 528.) Die Maxillen sind mit horniger, an der Spitze gezahnter Innenlade versehen, diese von der helmförmigen häutigen Aussenlade (*Galea*) überdeckt, mit fünfgliedrigem Taster. An der Unterlippe bleiben in der Regel die vier Laden, zuweilen selbst ihre Träger (*stipites*) von einander getrennt.

[1]) A. Serville, Histoire naturelle des Insectes Orthoptères. Paris, 1839. T. de Charpentier, Orthoptera descripta et depicta. Leipzig, 1841. L. H. Fischer, Orthoptera Europaea. Leipzig, 1853.

Die Labialtaster sind dreigliedrig. Der sehr verschieden grosse Prothorax zeigt sich durchweg frei beweglich und gelenkig auch vom Mesothorax abgesetzt. Die Form und Bildung der Flügel schwankt ausserordentlich. Meist sind die schmalen Vorderflügel pergamentartige Flügeldecken oder wenigstens stärker und dickhäutiger als die grösseren und der Länge nach zusammenlegbaren Hinterflügel. Verschieden verhalten sich auch die Beine, deren Tarsen selten nur aus zwei, meist aus drei, vier oder fünf Gliedern bestehen.

Der Hinterleib bewahrt die vollzählige Segmentirung und endet mit zangen-, griffel-, faden- oder borstenförmigen Caudalanhängen; meist gehen zehn Segmente in seine Bildung ein, von denen das neunte die Geschlechtsöffnung, das zehnte den After umschliesst. Am weiblichen Abdomen findet sich zuweilen (Heuschrecken) eine Legescheide; dieselbe entspringt am vorletzten und drittletzten Segment und besteht jederseits aus einer oberen und unteren Scheidenklappe und einem inneren, der oberen Scheidenklappe anliegenden, auf einer Rinne am oberen Rande der unteren Scheidenklappe laufenden Stachelstab. (Fig. 536.) Die untere Scheidenklappe entsteht durch das Zapfenpaar des drittletzten Segmentes, die obere dagegen durch das äussere, der anliegende Stachelstab durch das innere Zapfenpaar des vorletzten Segmentes.

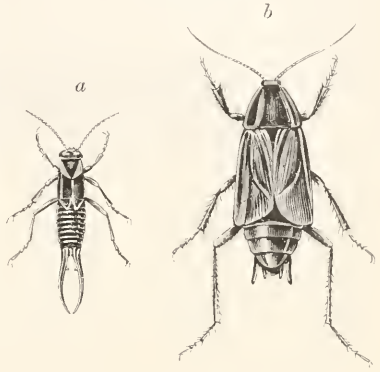
Viele Orthopteren besitzen eine als Kropf zu bezeichnende Erweiterung der Speiseröhre und einen Kaumagen, auf welchen der häufig mit einigen Blinddärmchen beginnende Chylusmagen folgt. Die Speicheldrüsen sind oft ausserordentlich umfangreich und mit einem blasenförmigen Reservoir versehen. Die Zahl der Malpighi'schen Gefässe ist mit einzelnen Ausnahmen eine sehr beträchtliche. Das Bauchmark zeigt drei grössere Brustganglien und fünf, sechs oder mehr kleinere Knoten im Abdomen. Einige Orthopteren besitzen tympanale Gehörorgane. Für die Geschlechtsorgane gilt im Allgemeinen das Vorhandensein zahlreicher Eiröhren und Hodenschläuche, in deren Leitungscanäle mächtige Drüsen einmünden. Eine Bursa copulatrix fehlt.

Alle durchlaufen eine unvollkommene Metamorphose. Beide Geschlechter unterscheiden sich — von der Verschiedenheit der äusseren Copulationsorgane und des Hinterleibsumfanges abgesehen — zuweilen durch die Grösse der Flügel (*Periplaneta*) oder den Mangel der Flügel im weiblichen Geschlechte (*Heterogamia*, *Pneumora*), sowie bei den springenden Orthopteren durch die Ausbildung eines Stimmorgans am Körper des Männchens. Wahrscheinlich dienen die schrillenden Geräusche des letzteren dazu, die Weibchen herbeizulocken und zur Begattung anzuregen. Selten besitzt jedoch auch das Weibchen den Stimmapparat in vollkommener Ausbildung (*Ephippigera* unter den *Locustiden*). Die Eier werden unter sehr verschiedenen Verhältnissen in der Erde oder an äussere Gegenstände abgesetzt. Die Larven der geflügelten Formen verlassen das Ei ohne Flügelstummel und stimmen bis auf die Zahl der Fühlerglieder und Hornhautfacetten in Körperform und Lebensweise mit den Geschlechtsthieren überein. Die meisten ernähren sich im ausgebildeten Zustande von Früchten und Blättern, wenige von thierischen Substanzen.

1. Unterordnung. *Dermaptera.* Mit hornigen, kurzen Vorderflügeln, grossen der Länge und Quere nach faltbaren Hinterflügeln, mit zwei ungegliederten, eine Zange bildenden Anhängen am Endsegment des Abdomens. Geschlechtsöffnungen jederseits oder einseitig rudimentär.

Fam. *Forficulidae*, Ohrwürmer. Von langgestreckter Körperform, mit vier ungleichen Flügeln, von denen die vorderen kurze hornige Flügeldecken sind, welche dem Körper horizontal aufliegen und die fächerförmigen, durch Gelenke doppelt eingeschlagenen Hinterflügel bedecken. (Fig. 568 *a*.) Die schnurförmigen Fühler seitlich von den Augen. Unterlippe mit gespaltenen Stipites und dreigliedrigem Taster. Der neungliedrige Hinterleib endet mit einer Zange, deren Arme beim Männchen stark ausgebogen sind. Sie ernähren sich von Pflanzenstoffen, besonders Früchten, und verkriechen sich am Tage in Schlupfwinkeln, aus denen sie in der Dämmerung hervorkommen. *Forficula auricularia* L. (Fig. 568 *a*), *Labidura gigantea* Fabr.

Fig. 568.



a Forficula auricularia, b Blatta orientalis ♂ (règne animal).

2. Unterordnung. *Orthoptera* s. str.

I. *Cursoria.* Mit Laufbeinen.

Fam. *Blattidae.* Von flacher, länglich-ovaler Körperform, mit breitem, schildförmigem Prothorax, langen vielgliedrigen Fühlern und starken Gangbeinen mit bestachelten Schienen und fünfgliedrigen Tarsen. Der Kopf wird von dem grossen Vorderbrustschilde überdeckt und entbehrt in der Regel der Ocellen. Die Vorderflügel sind grosse, übereinander greifende Flügeldecken, können aber sammt den Hinterflügeln beim Weibchen (*Heterogamia*) oder auch in beiden Geschlechtern vollkommen fehlen. Waren schon im Silur vertreten. Das älteste bislang gefundene Insect aus dem mittleren Silur war eine Schabe (*Palaeoblattina Douvillei*, Brongn.).

Die Schaben leben von harten thierischen Stoffen und halten sich lichtscheu am Tage in dunklen Verstecken auf. Viele Arten sind über alle Welttheile verschleppt und richten bei massenhaftem Auftreten in Bäckereien und Magazinen grossen Schaden an. Besonders gross sind die tropischen Formen. Die Weibchen legen ihre Eier kurz vor dem Ausschlüpfen der Jungen in Kapseln ab, welche bei *Periplaneta orientalis* circa vierzig Eier, in einer Doppelreihe gelagert, umschliessen. Die Metamorphose soll hier vier Jahre dauern. *Periplaneta orientalis* L., gemeine Schabe, soll aus dem Orient in Europa eingewandert sein. (Fig. 568 *b*.) *P. americana* Fabr., *Blatta lapponica* L., *B. germanica* Fabr., *Heterogamia* Burm.

II. *Gressoria.* Mit Schreitbeinen.

Fam. *Mantidae*, Fangheuschrecken. Mit vorderen Raubbeinen, deren gesägte Schienen gegen den gezähnten Schenkel eingeschlagen werden. Leben vom Raube anderer Insecten und sind Bewohner der wärmeren und heissen Klimate, nur kleinere Arten erstrecken sich bis in das südliche Europa. Die Weibchen legen ihre Eier klumpenweise an Pflanzen ab und umhüllen dieselben mittelst eines zähen, zu einer Kapsel erhärtenden Secretes, welches von fadenförmigen Anhangsschläuchen des Oviducts abgeschieden wird. *Mantis religiosa* L., Gottesanbeterin, im südlichen Europa. (Fig. 533 *a*.)

Fam. *Phasmidae*, Gespenstheuschrecken. Körper gestreckt, in der Regel linear, mit langen Schreitbeinen, deren fünfgliedrige Tarsen zwischen ihren Endklauen einen grossen Haftlappen tragen. Flügeldecken und Flügel häufig abortiv oder fehlend. Analfäden nicht gegliedert. Leben in den Tropengegenden und ernähren sich von Blättern.

Die flügellosen Formen gleichen verdorrten Zweigen, die geflügelten trockenen Blättern. *Bacteria calamus* Fabr.. Surinam. *Phasma fasciatum* Gray, Brasilien. *Phyllium siccifolium* L., Ostindien.

III. *Saltatoria*. Mit Springbeinen.

Fam. *Acridiidae*, Feldheuschrecken. Körper seitlich comprimirt mit senkrecht gestelltem Kopf und kurzen, schnur- oder fadenförmigen Fühlern. Pronotum schildförmig, das Mesonotum überragend. Die derben Vorderflügel sind nur wenig breiter als das Vorderfeld der hinteren, welche, fächerförmig eingeschlagen, in der Ruhelage von jenen vollkommen bedeckt werden. Die Gehörorgane liegen jederseits am Metathorax. (Fig. 526.) Den Weibchen fehlt eine vorstehende Legescheide, sie besitzen aber eine obere und untere, je aus zwei hornigen Griffeln zusammengesetzte Genitalklappe. Die Männchen produciren ein schrillendes Geräusch, indem sie den gezähnten Innenrand der Hinterschenkel an vorspringenden Adern der Flügeldecken anstreichen. Aber auch bei den Weibchen ist dieser Stridulationsapparat, wenngleich rudimentär und nicht stärker ausgebildet als bei den männlichen Larven, vorhanden, und es vermögen somit die Weibchen mancher Arten schwache zirpende Töne hervorzubringen. Sie halten sich vorzugsweise auf Feldern, Wiesen und Bergen auf, im Frühjahr und Sommer als Larven, im Spätsommer und Herbst als Geschlechtsthiere, fliegen mit schnarrendem Geräusch in der Regel nur auf kurze Strecken und ernähren sich von Pflanzentheilen. *Tettix subulata* L., *T. bipunctata* Charp., *Pneumora* Thnbg., *Oedipoda migratoria* L., Wanderheuschrecke im südlichen und östlichen Europa. Ungeheure Schwärme unternehmen gemeinsame Züge und verbreiten sich verheerend und zerstörend über Getreidefelder. *Oe.* (*Pachytylus*) *stridula* L. *Acridium tataricum* L., Südeuropa. *Truxalis nasuta* Fabr., Südeuropa.

Fig. 569.

Gryllotalpa vulgaris (règne animal).

Fig. 570.

Gryllus campestris ♂ (règne animal).

Fam. *Locustidae*. Laubheuschrecken. Körper langgestreckt, meist grasgrün oder braun gefärbt, mit sehr dünnen Fühlern und meist vertical dem Körper anliegenden Flügeldecken. Gehörorgan in den Schienen der Vorderbeine. (Fig. 547.) Die Weibchen besitzen eine säbelförmige weit vorragende Legescheide, welche aus einer rechten und linken Doppelklappe des achten und neunten Segments besteht, zwischen sich aber noch einen Stachelstab jederseits einschliesst, welcher am neunten Segmente entspringt. Die im Spätsommer oder im Herbste in der Erde abgesetzten Eier überwintern. Die Larven schlüpfen im Frühjahre aus und werden nach mehrfachen Häutungen erst im Spätsommer zu geflügelten Geschlechtsthieren. Die Laubheuschrecken leben im Wald und Gebüsch, auch wohl auf dem Felde und sitzen hoch auf dem Gipfel der Halme oder Sträucher. *Decticus verrucivorus* L., Deutschland. *Locusta viridissima* L., Heupferd. *L. cantans* Charp., Schweiz. *Ephippigera perforata* Ross., Italien und Süddeutschland.

Fam. *Gryllidae*, Grabheuschrecken. Von dicker walziger Körperform, mit freiem und dickem Kopf, meist langen, borstenförmigen Fühlern und kurzen, horizontal aufliegenden Flügeldecken, welche von den eingerollten Hinterflügeln weit überragt werden. Die Vorderbeine sind zuweilen Grabfüsse. Das Männchen bringt durch Aneinanderreiben beider Flügeldecken, die übrigens die gleiche Bildung (Zähne einer Flügelader der Unterseite und vorspringende glatte Ader der Oberseite) haben, schrillende Töne hervor, wahrscheinlich zum Heranlocken des Weibchens, und heftet während der Begattung an die weibliche Geschlechtsöffnung eine kolbige Spermatophore, welche ähnlich wie bei den Crustaceen bis zur Entleerung umhergetragen wird. Weibchen mit gerader, drehrunder und am Ende spindelförmiger Legescheide, seltener ohne Legescheide. Sie leben meist unterirdisch in Gängen und Höhlungen und ernähren sich sowohl von Wurzeln, als von animalischen Stoffen. Die Larven schlüpfen im Sommer aus und überwintern in der Erde. *Gryllotalpa vulgaris* Latr., Werre, Maulwurfsgrille. (Fig. 569.) Auf Feldern und in Gärten verbreitet und sehr schädlich, legt etwa 200 bis 300 Eier, in einer verklebten Erdhülle eingeschlossen, am Ende der unterirdischen Gänge ab. *Myrmecophila acervorum* Panz. Lebt in Ameisenhaufen unter Steinen. *Gryllus campestris* L., Feldgrille. (Fig. 570.) *G. domesticus* L., Hausheimchen. *G. sylvestris* Fabr.

3. Ordnung. **Pseudoneuroptera** [1]).

Mit beissenden Mundwerkzeugen, dünnhäutigen, oft netzartig geaderten Flügeln und unvollkommener Metamorphose.

Die Pseudoneuropteren schliessen sich nach Körperbau und Flügelform den Neuropteren an, mit denen sie oft vereinigt werden. Was beide unterscheidet, ist vornehmlich die Art der Verwandlung, die bei den Pseudoneuropteren eine unvollkommene ist und des ruhenden Puppenstadiums entbehrt. Sie besitzen einen langgestreckten Körper mit vollzähligsegmentirtem Abdomen, welches meist mit griffel- und fadenförmigen Caudalanhängen endet. Die Flügel sind zarthäutig, fein geadert, die hinteren zuweilen beträchtlich kleiner.

1. Unterordnung. *Physopoda*. Körper von geringer Grösse, schmal und flach, mit ziemlich gleichen, schmalen, behaarten, oft rudimentären Flügeln, mit borstenförmigen Mandibeln und saugenden Mundtheilen. Larven den ausgebildeten Thieren sehr ähnlich. Oft auch als eigene Ordnung (*Thysanoptera*) gesondert.

Fam. *Thripsidae*. Blasenfüsse. Die zweigliedrigen Tarsen enden mit einem saugnapfähnlichen Haftlappen. *Thrips physapus* L., in den Blüthen der Cichoreen. *Th. cerealium* Hal. (Fig. 571), Getreideblasenfuss, in Aehren von Weizen und Gerste.

2. Unterordnung. *Corrodentia*. Flügel wenig geadert, zuweilen ganz ohne Querader. Kopf mit starken, am Innenrande gezähnelten Mandibeln. Unterkiefer mit hakigem Kaustück, dessen Spitze mit zwei Zähnen besetzt ist, und mit

[1]) Ausser Charpentier, Fischer vergl. Pictet, Histoire naturelle des Insectes Néuroptères. Monographie. Génève, 1841, 1845. De Sélys-Longchamps et Hagen, Revue des Odonates ou Libellules d'Europe. Bruxelles, 1850. Dieselben, Monographie des Calopterygines et Gomphines. Bruxelles. 1854 und 1857. H. Hagen, Monographie der Termiten. Lin. Entomol., Tom. X und XIV. Ch. Lespès, Recherches sur l'organisation et les moeurs du Termite lucifuge. Ann. des sc. nat., IVe sér., Tom. V, 1856. Fr. Müller, Beiträge zur Kenntniss der Termiten. Jen. nat. Zeitschr., Tom. VII, 1873.

häutigem Aussenlobus. Ernähren sich von trockenen vegetabilischen und thierischen Substanzen.

Fam. *Psocidae*., Bücherläuse. *Troctes pulsatorius* L., Bücherlaus, flügellos, in Insectensammlungen und zwischen Papieren. *Psocus domesticus* Burm., *Ps. strigosus* Curt.

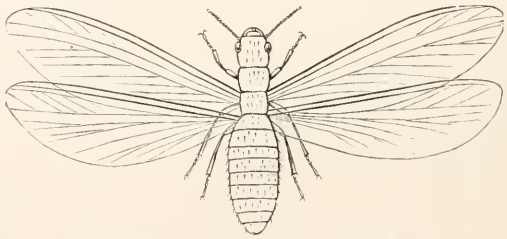
Fam. *Mallophaga*[1]), Pelzfresser. In ihrer Körperform den *Pediculiden* sehr ähnlich, jedoch durch den Besitz beissender Mundtheile unterschieden. Antennen drei- bis fünfgliedrig. Beine mit Klammerfüssen. Leben auf der Haut von Säugethieren und Vögeln und nähren sich von Haar- und Federkeimen, sowie von Blut. *Trichodectes canis* Deg., Hundelaus. *Philopterus versicolor* Burm., *Liotheum anseris* Sulz. *Menopon pallidum* Nitsch, auf Hühnern.

Fam. *Termitidae*, weisse Ameisen. Mit achtzehn- bis zwanziggliedrigen Fühlern, mit zwei Ocellen vor den Augen und starken Mandibeln. Die gleich grossen zarten Flügel liegen in der Ruhe parallel dem Leibe auf. Die Termiten leben gesellig in Vereinen verschieden gestalteter Individuen, von denen die geflügelten die Geschlechtsthiere sind (Fig. 572), die ungeflügelten theils den Larven und Nymphen der ersteren entsprechen, theils eine ausgebildete, jedoch (bei *Calotermes*-Arten und *Termes lucifugus*) geschlechtlich verkümmerte männliche und weibliche Formengruppe repräsentiren. Diese gliedert sich wieder in Soldaten mit grossem viereckigen Kopfe und sehr starken Mandibeln, welche die Vertheidigung besorgen, und in Arbeiter mit kleinerem rundlichen Kopf und weniger vortretenden Mandibeln, denen die übrigen Arbeiten im Stocke obliegen. (Fig. 573.)

Fig. 571.

Thrips cerealium, aus Nördlinger.

Fig. 572.



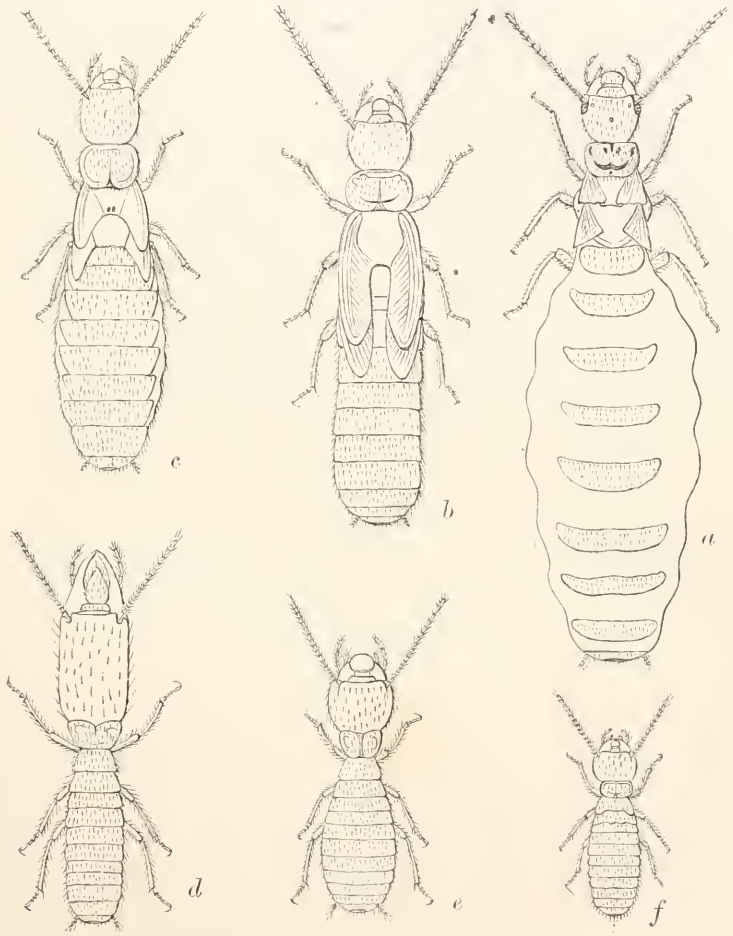
Männchen von *Termes lucifugus* (règne animal).

Möglicherweise fehlen diesen bei den *Eutermes*-Arten jegliche Spuren von Geschlechtsorganen. Einzelne Arten leben schon in Südeuropa, die meisten aber gehören den heissen Gegenden Afrikas und Amerikas an, wo sie durch ihre Zerstörungen, sowie durch ihre Bauten berüchtigt sind. Die letzteren legen sie entweder in Baumstämmen, oft nur unter der Rinde, oder auf der Erde in Form von Hügeln an, die sie ganz und gar von Gängen und Höhlungen durchsetzen. Am unvollkommensten sind die Nester der *Calotermes*-Arten, welche nur enge Gänge im Holze nagen, die meist der Axe des Baumes gleichlaufen. Ein besonderer Raum für die Königin ist nicht vorhanden. Die Wand der Gänge ist meist mit einer dünnen Kothschicht bekleidet. Bei *Eutermes*-Arten mit spitzköpfigen Soldaten werden die Gänge so dicht, dass an Stelle des Holzes die Kothwände ausschliesslich zurückbleiben. Treten dieselben aus dem Baume hervor, so entstehen die sogenannten kugeligen Baumnester. Indessen gibt es auch den Bäumen von aussen angeklebte, aus Erde oder Lehm gefertigte Nester. Andere *Eutermes*-Arten legen die Nester in Erdhöhlungen unter Wurzeln von Palmen an. Hügelbauten endlich führt z. B. *Anoplotermes pacificus* aus. Hier fehlt der Soldatenstand. Männchen und Weibchen verlassen kurze Zeit, nachdem sie die Nymphenhaut abgestreift haben, den Termitenstock, begatten sich wahrscheinlich nach der Rückkehr vom Ausfluge im Nest und verlieren dann ihre Flügel bis auf die Basalstummel. Die Männchen bleiben im Stocke zurück, wie

[1]) C. L. Nitzsch, Insecta epizoa. Herausgegeben von Giebel. Leipzig, 1874.

überhaupt nach den Angaben von Smeathman, Lespès, Bates etc. stets ein König in der Gesellschaft der Königin leben soll. Nach der Begattung schwillt die Königin, im Stocke zurückgehalten, in Folge der Vergrösserung des Ovariums zu colossalen Dimensionen an und beginnt häufig in besonderen Räumen des Stockes die Eier abzusetzen, die alsbald von den Arbeitern fortgeschafft werden. *Termes lucifugus* Ross., Südeuropa. (Fig. 572 und 573.) *T. fatalis* L., im tropischen Afrika, baut Erdhügel von 10—12 Fuss

Fig. 573.



a Trächtiges Weibchen (Königin) von *Termes lucifugus*, *b* Nymphe, *c* Nymphe der zweiten Form, *d* Soldat, *e* Arbeiter, *f* Larve. Sämmtlich nach Ch. Lespès.

Höhe. *Eutermes inquilinus* Fr. Müll., *Calotermes flavicollis* Fabr., Südeuropa. *Anoplotermes pacificus* Fr. Müll.

3. Unterordnung. *Amphibiotica.* Die Larven leben im Wasser und besitzen Tracheenkiemen.

Fam. *Perlidae*, Afterfrühlingsfliegen. In neuerer Zeit als Ordnung (*Plecoptera*) gesondert. Körper langgestreckt und flach, mit seitlich stehenden Augen, drei Ocellen und borstenförmigen Fühlern. Die Flügel sind ungleich, die verbreiterten Hinterflügel mit nach unten einschlagbarem Hinterfeld. Abdomen zehngliedrig, mit zwei langen gegliederten Reifen. (Fig. 574.) Männchen oft mit verkümmerten Flügeln. Die Weibchen

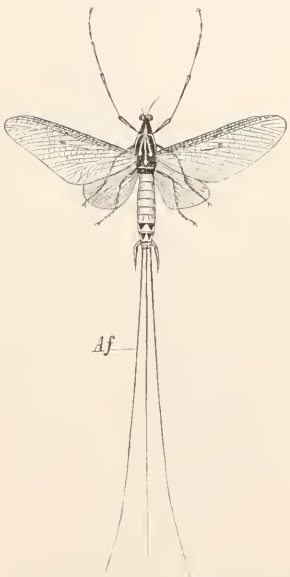
tragen die Eier eine Zeit lang in einer Vertiefung des neunten Abdominalsegments mit sich und legen sie dann im Wasser ab. Die Thysanuren-ähnlichen Larven leben unter Steinen, haben meist am Thorax und Abdomen Tracheenkiemen und ernähren sich vornehmlich von Ephemeriden-Larven. *Nemura nebulosa* L., *Perla bicaudata* L., *P.* (*Pteronarcys*) *reticulata* Burm., mit büschelförmigen Tracheenkiemen, Sibirien.

Fam. *Ephemeridae*, Eintagsfliegen. Hafte. (Auch oft als besondere Ordnung betrachtet.) Mit schlankem weichhäutigen Körper, halbkugeligen Augen, drei Ocellen und kurzen borstenförmigen Fühlern. Die Vorderflügel gross, die hinteren klein, gerundet, zuweilen mit den vorderen verwachsen oder ganz fehlend. Mundtheile rudimentär. Die Leitungswege der Geschlechtsorgane bleiben bis zum Ende paarig und münden symmetrisch in zwei Geschlechtsöffnungen. Die Männchen mit sehr langen Vorderbeinen. Hinterleib zehngliedrig, mit drei langen Afterfäden, von denen der mittlere hinwegfallen kann. Das vorletzte Abdominalsegment des Männchens mit zwei gegliederten Copulationszangen. Die Eintagsfliegen leben im geflügelten Zustande nur kurze Zeit, ohne Nahrung aufzunehmen, ausschliesslich dem Fortpflanzungsgeschäfte hingegeben. Man findet sie oft an warmen Sommerabenden in grosser Menge die Luft erfüllend und trifft am andern Morgen ihre Leichen am Ufer angehäuft. Die Larven leben auf dem Grunde klarer Gewässer vom Raube anderer Insecten, besitzen einen grossen Kopf mit starken Mandibeln und gezähnten Maxillen, am Abdomen tragen sie sechs bis sieben Paare schwingender Platten, die als Tracheenkiemen fungiren, und am Hinterende drei lange gefiederte Schwanzborsten. (Fig. 544 *a*.) Die Larven häuten sich oftmals (bei *Chloëon* mehr als zwanzigmal) und sollen nach Swammerdam drei Jahre brauchen bis zum Uebergange in das geflügelte Insect. Nach dem Abstreifen der mit Flügelstummeln versehenen Nymphenhaut erfährt das geflügelte Insect als Subimago eine nochmalige Häutung und wird erst mit dieser zum Imago. *Ephemera vulgata* L. (Fig. 575.) *Palingenia longicauda* Oliv., *Chloë diptera* L. Mit nur zwei Flügeln.

Fig. 574.

Perla abdominalis.

Fig. 575.



Ephemera vulgata (régne animal).
Af Analfäden.

Fam. *Libellulidae*, Wasserjungfern. (Meist als Ordnung *Odonata* gesondert.) Grosse, schlank gebaute Insecten mit querwalzigem, frei beweglichem Kopf, kurzen pfriemenförmigen, sechs- bis siebengliedrigen Fühlern und vier grossen, netzförmig gegitterten Flügeln. Mundtheile sehr kräftig entwickelt und von der grossen Oberlippe bedeckt. Die Unterkiefer mit verwachsener hornigen Lade und eingliedrigem sichelförmigen Taster. Die Unterlippe mit einfacher oder getheilter Innenlade und getrennten, mit dem zweigliedrigen Taster verwachsenen Aussenladen. Der zehngliedrige Hinterleib mit zwei ungegliederten, zangenartig gegenüberstehenden Analgriffeln am letzten Segmente. Sie leben in der Nähe des Wassers vom Raube anderer Insecten, sind meist in beiden Geschlechtern verschieden gefärbt und haben einen ausdauernden raschen Flug. Bei der Begattung umfasst das Männchen mit der Zange seines Abdomens den Nacken des Weibchens, welches seinen Hinterleib nach der Basis des männlichen Abdomens umbiegt. An dieser

liegt von der Geschlechtsöffnung entfernt das bereits vorher mit Sperma gefüllte Copulationsorgan. Die Larven leben im Wasser und ernähren sich ebenfalls vom Raube, zu dem sie besonders durch den Besitz eines eigenthümlichen, durch die Unterlippe gebildeten Fangapparates (Maske) befähigt werden. (Fig. 561.) Viele athmen durch Kiementracheen, welche am Ende des Hinterleibes oder im Mastdarme liegen (Fig. 544*b*.) *Calopteryx virgo* L., *Agrion puella* L., *Aeschna grandis* L., *Libellula vulgata* L., *L. flaveola* L.

4. Ordnung. **Neuroptera** [1]), **Netzflügler.**

Insecten mit beissenden Mundwerkzeugen, mit freiem Prothorax, häutigen, netzförmig geaderten Flügeln und vollkommener Verwandlung.

Die Neuropteren schliessen sich ihrem Aussehen nach am nächsten den Libellen und Eintagsfliegen an. Beide Flügelpaare sind von gleicher häutiger Beschaffenheit, sowie von ziemlich übereinstimmender Grösse und werden von dichter, netzartiger Aderung durchzogen, die indess von der Aderung der Pseudoneuropteren verschieden ist. Die Vorderflügel sind niemals mehr Flügeldecken, die hinteren werden nicht in Falten zusammengelegt. Die Mundwerkzeuge zeigen eine grössere Annäherung zu den Käfern, indem die Unterlippe nur selten noch eine mediane Spaltung erkennen lässt, vielmehr beide Ladenpaare zu einer unpaaren Platte verwachsen sind. In der Regel sind die Fühler vielgliedrig, schnur- und borstenförmig, die Augen von mittlerer Grösse, die Tarsen fünfgliedrig. Der Prothorax ist stets frei beweglich, das Abdomen aus acht oder neun Segmenten zusammengesetzt. Das Nervensystem schliesst sich dem der Orthopteren an und besteht auch hier aus deutlich getrennten Brust- und Bauchganglien. Am Darmcanal findet sich stets ein muskulöser Vormagen (*Myrmeleontiden*, *Panorpiden*), während ein Saugmagen nur den *Hemerobiiden* zukommt. Sechs bis acht lange Malpighi'sche Gefässe entspringen am Enddarm. Die Metamorphose ist stets eine vollkommene. Die vom Raube anderer Thiere lebenden, mit Beiss- oder Saugzangen (von Mandibeln und Maxillen gemeinsam gebildet) versehenen Larven verwandeln sich in eine ruhende Puppe, welche bereits die Theile des geflügelten Insectes erkennen lässt und häufig von einem Cocon umschlossen wird, aber die Fähigkeit der Ortsveränderung insofern besitzt, als sie vor dem Ausschlüpfen die Ruhestätte verlässt und einen für die weitere Entwicklung geeigneten Ort aufsucht. Fossile Reste treten in der Tertiärformation, zahlreicher im Bernstein auf.

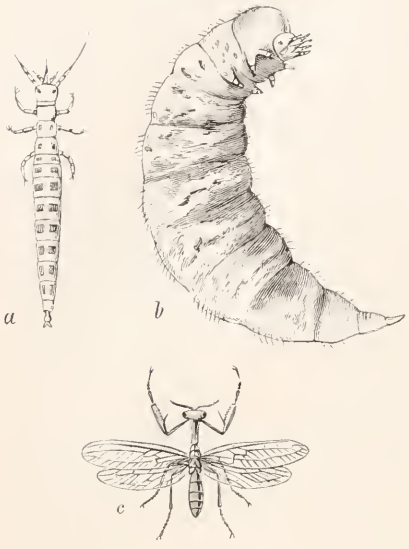
Fam. *Sialidae*. Mit grossem, oft schief nach vorne geneigtem Kopf und halbkugelig vortretenden Facettenaugen. Die Flügel liegen in der Ruhe dachförmig auf. Die Larven besitzen beissende Mundtheile mit viergliedrigen Kiefertastern und dreigliedrigen Labialtastern. *Sialis lutaria* L. Die Larve lebt im Wasser und besitzt am Hinterleib Tracheenkiemen. *Corydalis cornuta* L., *Raphidia ophiopsis* Schum., Kameelhalsfliege.

Fam. *Panorpidae*, Schnabelfliegen. Mit kleinem, senkrecht gestelltem Kopf. Die vielgliedrigen Fühler stehen unter den Ocellen auf der Stirn. Mundgegend schnabel-

[1]) E. Pictet, Histoire naturelle des Néuroptères. Genf, 1834. Fr. Brauer und Fr. Löw, Neuroptera Austriaca. Wien, 1857. Fr. Brauer, Beiträge zur Kenntniss der Verwandlung der Neuropteren. Verhandl. der zool.-bot. Gesellsch. zu Wien, Tom. IV und V.

förmig verlängert. Flügel lang und schmal, einander gleich. Die Larven sind Raupenähnlich, dreizehngliedrig, mit herzförmigem Kopf und beissenden Mundwerkzeugen, und leben in feuchter Erde, wo sie sich hufeisenförmige Gänge graben und in ovalen Höhlungen verpuppen. *Panorpa communis* L. (Fig. 577), *Bittacus tipularius* Fabr.

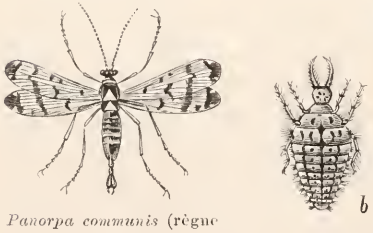
Fig. 576.



a Larve von *Mantispa styriaca* nach dem Ausschlüpfen. *b* Dieselbe vor der Verpuppung. Nach F. Brauer. *c* *Mantispa pagana* (règne animal).

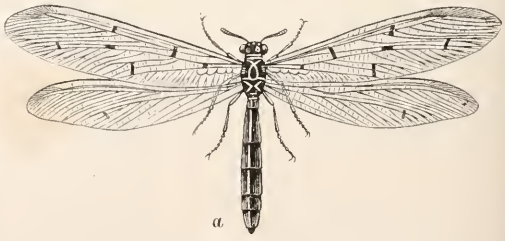
Fam. *Hemerobiidae*, Florfliegen. Mit senkrecht gestelltem Kopf und fadenförmigen oder schnurförmigen Fühlern. Beide Flügelpaare glasartig durchsichtig, von ziemlich gleicher Grösse. Die Larven saugen Insecten und Spinnen aus. *Mantispa pagana* Fabr. Vorderbeine Raubfüsse. Prothorax stark verlängert. (Fig. 576 *a*, *b*, *c*). Die ausschlüpfenden Larven bohren sich mit ihren Saugzangen nach acht Monate langer Fastenzeit in die Eiersäckchen der Spinnen und saugen Eier und Junge aus. Nach der ersten Häutung reduciren sich die Beine zu kurzen Stummeln, und der Körper wird einer Hymenopterenmade ähnlich. Zur Verpuppung spinnen sie sich im Eiersack ein Cocon und streifen Mitte Juni die Larvenhaut ab. Die Nymphe durchbricht das Gespinnst und läuft eine Zeit lang umher, bis sie nach Abstreifung der Haut in das geflügelte Insect übergeht. *Chrysopa perla* L., Florfliege. Eier lang gestielt. Die Larve mit sichelförmig gebogenen Saugzangen lebt von Blattläusen und verfertigt sich ein kugeliges Cocon. *Hemerobius lutescens* Fabr., Blattlauslöwe. Die Larven leben von

Fig. 577.



Panorpa communis (règne animal).

Fig. 578.



a *Myrmeleon formicarius* (règne animal), *b* Larve desselben.

Blattläusen. *Osmylus maculatus* Fabr., *Nemoptera* (*Nematoptera* Burm.) *coa* L., Kleinasien und Türkei.

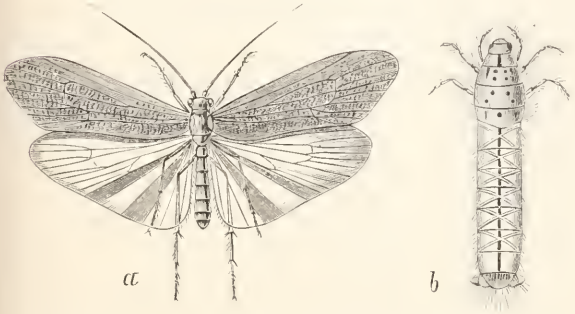
Fam. *Myrmeleontidae*, Ameisenlöwen. Mit senkrecht gestelltem grossen Kopf und an der Spitze kolbig verdickten Fühlern. Prothorax kurz, halsförmig. Mesothorax auffallend gross. Flügel gleich gross. Die Larven mit gezähnten, aus Mandibeln und Maxillen zusammengesetzten Saugzangen und kurzem breiten Abdomen leben auf leichtem Sandboden, in dem sie Trichter aushöhlen. Zur Verpuppung spinnen sie eine kugelige Hülse. *Myrmeleon formicarius* L. (Fig. 578.). *M. formicalynx* Fab., *Palpares libelluloides* L., Südeuropa. *Ascalaphus italicus* Fabr.

5. Ordnung. **Trichoptera** [1]).

Insecten mit rudimentären Mandibeln und einem durch Unterkiefer und Unterlippe gebildeten Saugrüssel, mit behaarten oder beschuppten Vorderflügeln und fächerförmig faltbaren Hinterflügeln, mit kleinem ringförmigen Prothorax und vollkommener Verwandlung.

Von den Neuropteren, mit denen sie meist vereinigt werden, unterscheiden sich die Trichopteren durch die Beschuppung der Flügel und durch die Mundwerkzeuge, die zum Saugen dienen und zu denen der Lepidopteren hinführen. Auch sind die Mandibeln wie dort verkümmert. Während des Puppenzustandes werden die Mandibeln, in manchen Fällen (*Oestropsiden* Brauer) aber auch Kiefertaster und Unterlippe rückgebildet. Die Larven leben im Wasser, und zwar in röhrenförmigen, bei *Hydropsyche* und *Rhyacophila* an Steinen befestigten Gehäusen, in deren Wandung sie Sandkörnchen, Pflanzentheile und leere Schneckengehäuse aufnehmen, haben beissende Mundwerkzeuge und fadenförmige Kiementracheen an den Leibessegmenten. Aus diesen Röhren strecken sie den hornigen Kopf und die drei mit Beinpaaren versehenen Brustsegmente hervor und kriechen umher. Die Nymphe verlässt das Gehäuse, welches ihr auch als Puppenhülle dient, um sich ausserhalb des Wassers zum geflügelten Insecte zu entwickeln. Dieses gleicht in mehrfacher Hinsicht den Lepidopteren und hält sich in der Nähe des Wassers an Blättern und Baumstämmen auf.

Fig. 579.



a Phryganea striata. b Die aus dem Gehäuse befreite Larve (règne animal).

Fam. *Phryganidae*, Frühlingsfliegen. Der kleine, senkrecht gestellte Kopf mit langen borstenförmigen Fühlern und halbkugelig vortretenden Augen. Die beschuppten Flügel mit nur wenigen Queradern, dachförmig dem Rücken aufliegend. Die Weibchen legen die Eier klumpenweise, in einer Gallerthülle eingeschlossen, an Blättern und Steinen in der Nähe des Wassers ab. *Phryganea striata* L. (Fig. 579), *Mystacides quadrifasciatus* Fabr., *Hydropsyche variabilis* Pict., *Rhyacophila vulgaris* Pict.

6. Ordnung. **Rhynchota** [2]) **(= Hemiptera), Schnabelkerfe.**

Insecten mit gegliedertem Schnabel (Rostrum), stechenden Mundwerkzeugen, mit meist freiem Prothorax, ohne oder mit continuirlicher Metamorphose.

[1]) J. Pictet, Recherches pour servir à l'histoire et l'anatomie des Phryganides. Génève, 1834. H. Hagen, Synopsis of the British Phryganidae. Entomol. Annual. for 1859, 1860 und 1861.

[2]) Burmeister, Handbuch der Entomologie, II. Bd. Berlin, 1835. J. Hahn, Die wanzenartigen Insecten. Nürnberg, 1831—1849. Fortgesetzt von H. Schäffer. F. X. Fieber,

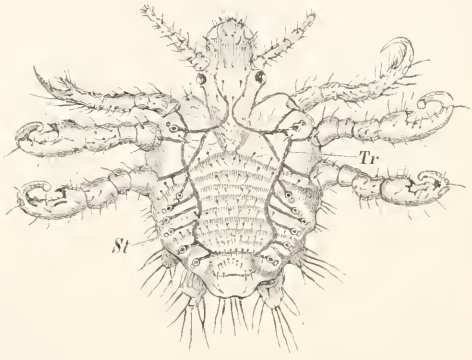
Die Mundwerkzeuge, durchweg zur Aufnahme einer flüssigen Nahrung eingerichtet, stellen gewöhnlich einen Schnabel dar, in welchem die Mandibeln und Maxillen als vier grätenartige Stechborsten vor- und zurückgeschoben werden. (Fig. 531.) Der Schnabel (*Rostrum*), aus der Unterlippe hervorgegangen, ist eine drei- bis viergliedrige, nach der Spitze verschmälerte, ziemlich geschlossene Röhre und wird an der breiteren klaffenden Basis von der verlängerten dreieckigen Oberlippe bedeckt. Die Fühler sind entweder kurz, dreigliedrig mit borstenförmigem Endgliede oder mehrgliedrig und oft langgestreckt. Die Augen bleiben klein und sind facettirt; häufig finden sich zwei Ocellen zwischen den Facettenaugen. Der Prothorax ist meist gross und frei beweglich, es können aber auch alle Thoracalsegmente verschmolzen sein. Flügel fehlen zuweilen ganz, selten sind zwei, in der Regel vier Flügel vorhanden, dann sind entweder die vorderen halbhornig und an der Spitze häutig (*Hemiptera*), oder vordere und hintere sind gleichgebildet und häutig (*Homoptera*), die vorderen freilich oft derber und pergamentartig. Die Beine sind in der Regel Gangbeine, dienen zuweilen aber auch zum Schwimmen, in anderen Fällen die hinteren zum Springen oder die vorderen zum Raube. Der Darmcanal zeichnet sich durch die umfangreichen Speicheldrüsen und durch den complicirten, oft in drei Abschnitte getheilten Chylusmagen aus, hinter welchem meist vier Malpighi'sche Gefässe in den Enddarm münden. Das Bauchmark concentrirt sich oft auf drei, meist sogar auf zwei Thoracalganglien. Mit Ausnahme der Cicaden besitzen die weiblichen Geschlechtsorgane nur vier bis acht Eiröhren, ein einfaches Receptaculum seminis und keine Begattungstasche. Die Hoden sind zwei oder mehrere Schläuche, deren Samenleiter gewöhnlich am unteren Ende blasenförmig anschwellen. Viele (Wanzen) verbreiten einen widerlichen Geruch, welcher von dem Secrete einer im Mesothorax oder im Metathorax gelegenen, im letzteren Falle zwischen den Hinterbeinen ausmündenden Drüse herrührt. Andere (Homopteren) sondern durch zahlreiche Hautdrüsen einen weissen Wachsflaum auf der Oberfläche ihres Körpers ab. Alle nähren sich von vegetabilischen oder thierischen Säften, zu denen sie sich vermittelst der stechenden Gräten ihres Schnabels Zugang verschaffen, viele werden durch massenhaftes Auftreten jungen Pflanzen verderblich und erzeugen zum Theile gallenartige Auswüchse, andere sind Parasiten an Thieren. Die ausgeschlüpften Jungen besitzen bereits die Körperform und Lebensweise der geschlechtsreifen Thiere, entbehren aber der Flügel, die allerdings schon nach einer der ersten Häutungen als kleine Stummel auftreten. Die echten Cicaden bedürfen eines Zeitraumes von mehreren Jahren zur Metamorphose. Die männlichen Schildläuse verwandeln sich innerhalb eines Cocons in eine ruhende Puppe und durchlaufen somit eine vollkommene Metamorphose.

Die europäischen Hemipteren nach der analytischen Methode. Wien, 1860. P. Mayer, Zur Anatomie von Pyrrhocoris aptera. Archiv für Anatomie und Physiologie, 1874. O. Geise, Die Mundtheile der Rhynchoten. Archiv für Naturgesch., Tom. XLIX.

1. Unterordnung. *Aptera.* Flügellose Insecten, mit kurzem, fleischigem Schnabel und breiten schneidenden Stechborsten, mit undeutlich gegliedertem Thorax und meist neungliedrigem Hinterleib.

Die Mundwerkzeuge der *Pediculiden*[1]) sind saugend und stechend und bestehen aus einem vorstülpbaren, von zwei Chitinstäben gestützten, Widerhäkchen tragenden Rüssel (Unterlippe nebst Oberlippe) und einem aus diesem vorstreckbaren Hohlstachel, der möglicherweise auf die verwachsenen Mandibeln und Maxillen zurückzuführen ist. Flügel fehlen. Anstatt der Facettenaugen sind einfache Punktaugen vorhanden. Die Entwicklung erfolgt ohne Metamorphose. Sie leben parasitisch und ernähren sich von Blut.

Fig. 580.



Phthirius pubis, nach Landois. *St* Stigmen, *Tr* Tracheen.

Fam. *Pediculidae,* Läuse. Mit stechenden und saugenden Mundtheilen. Fühler fünfgliedrig. Die Klammerfüsse mit hakenförmigem Endgliede. Leben auf der Haut von dem Blute der Säugethiere und legen ihre birnförmigen Eier (Nisse) an der Wurzel der Haare ab. Die ausschlüpfenden Jungen der Kopflaus des Menschen sind schon in achtzehn Tagen ausgewachsen und fortpflanzungsfähig. *Pediculus capitis* Deg., Kopflaus des Menschen. *P. vestimenti* Burm., Kleiderlaus (grösser und von blasser Färbung). *Phthirius pubis* L., Schamlaus. (Fig. 580.)

2. Unterordnung. *Phytophthires*[2]), *Pflanzenläuse.* Rhynchoten mit zwei häutigen Flügelpaaren, im weiblichen Geschlecht jedoch meist flügellos. Sehr häufig wird die Oberfläche der Haut von einem dichten Wachsflaum überdeckt, dem Absonderungsproduct von Hautdrüsen, welche gruppenweise unter warzigen Erhebungen der Segmente zusammengedrängt liegen. (Fig. 538.)

Fam. *Coccidae,* Schildläuse. Die grösseren Weibchen haben einen schildförmigen Leib und sind flügellos, die viel kleineren Männchen besitzen dagegen grosse Vorderflügel, zu denen noch verkümmerte Hinterflügel hinzukommen können. Die letzteren entbehren im ausgebildeten Zustande des Rüssels und der Stechwaffen und nehmen keine Nahrung mehr auf, während die plumpen, oft unsymmetrischen und sogar die Gliederung einbüssenden Weibchen mit ihrem langen Schnabel bewegungslos in dem Pflanzenparenchym eingesenkt sind. Die Eier werden unter dem schildförmigen Leibe abgesetzt und entwickeln sich, von dem eintrocknenden Körper der Mutter geschützt, nach vorausgegangener Befruchtung (*Coccus*) zuweilen parthenogenetisch (*Lecanium, Aspidiotus*). Im Gegensatze zu den Weibchen erleiden die Männchen eine vollkommene Metamorphose, indem sich die flügellosen Larven mit einem Gespinnste umgeben und in eine ruhende

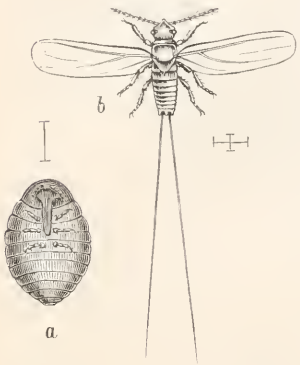
[1]) L. Landois, Untersuchungen über die auf dem Menschen schmarotzenden Pediculinen. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XIV, 1864, Tom. XV, 1865.

[2]) C. Bonnet, Traité d'Insectologie, Tom. I. Paris, 1745. J. F. Kyber, Erfahrungen und Bemerkungen über die Blattläuse. Germar's Magaz. der Entomol., Tom. I, 1815. J. H. Kaltenbach, Monographie der Familie der Pflanzenläuse. Aachen, 1843. R. Leuckart, Die Fortpflanzung der Rindenläuse. Archiv für Naturgesch., 1859.

Puppe umwandeln. Viele sind in Treibhäusern sehr schädlich, andere werden für die Industrie theils durch den Farbstoff, den sie in ihrem Leibe erzeugen (*Cochenille*), theils dadurch nützlich, dass sie durch ihren Stich den Ausfluss von pflanzlichen Säften veranlassen, welche getrocknet im Haushalt des Menschen Verwendung finden (*Manna, Lack*). *Aspidiotus nerii* Bouché, auf Oleander, *Lecanium hesperidum* L., *L. persicae* Bouché, *Kermes ilicis* L., auf Quercus coccifera, sodann *K.* ? (*Coccus*) *lacca* Kerr., auf Ficus religiosa, in Ostindien. *Coccus cacti* L. (Fig. 581), lebt auf Opuntia coccinellifera (Mexico), liefert die Cochenille. *C. adonidum* L., *C.* (?) *manniparus* Ehrbg., auf Tamarix (Manna).

Fam. *Aphidae*[1]), Blattläuse. In der Regel finden sich vier durchsichtige, wenig geaderte Flügel, die jedoch dem Weibchen, selten auch dem Männchen fehlen können. Die Blattläuse leben von Pflanzensäften an Wurzeln, Blättern und Knospen ganz bestimmter Pflanzen, häufig in den Räumen gallenartiger Anschwellungen oder Blattdeformitäten, die durch den Stich dieser Thiere erzeugt werden. Viele besitzen auf der Rückenfläche des drittletzten Abdominalsegmentes zwei „Honigröhren", aus denen eine süsse, von Ameisen eifrig aufgesuchte Flüssigkeit, der Honigthau, secernirt wird. Ausser den in der Regel flügellosen Weibchen, welche meist erst im Herbste zugleich mit geflügelten Männchen auftreten und nach der Begattung befruchtete Eier ablegen, gibt es vivipare, meist geflügelte Generationen (sog. Ammen), die vorzugsweise im Frühjahr und Sommer verbreitet sind und ohne Zuthun von Männchen ihre lebendige Brut erzeugen. (Fig. 123.) Bonnet sah bereits neun Generationen viviparer Aphiden aufeinander folgen. Sie unterscheiden sich von den echten oviparen Weibchen nicht nur in Form und Färbung, sowie häufig durch den Besitz von Flügeln, sondern durch wesentliche Eigenthümlichkeiten des Geschlechtsapparates und der Eier (*Pseudova*, Keime), indem ein Receptaculum seminis fehlt und die Eier bereits in den sehr langen Eiröhren (Keimröhren) unter fortschreitendem Wachsthum die Embryonalentwicklung durchlaufen. Vivipare und ovipare Aphiden folgen meist in gesetzmässigem Wechsel, indem aus den befruchteten überwinterten Eiern der Weibchen im Frühjahre vivipare Weibchen hervorgehen, deren Nachkommenschaft ebenfalls vivipar ist und durch zahlreiche Generationen hindurch lebendig gebärende Formen erzeugt. Im Herbste erst werden Männchen und ovipare Weibchen geboren, die sich mit einander begatten. Die *Pemphiginen* (*Schizoneura, Pemphigus*) weichen insofern ab, als die sehr kleinen und ungeflügelten Männchen und Weibchen des Rüssels und Darmcanals entbehren und somit einen Grad der Rückbildung zeigen, wie er auch für die Geschlechtsthiere der Rindenläuse zutrifft.

Fig. 581.



Coccus cacti. *a* Weibchen, *b* Männchen. Nach Burmeister.

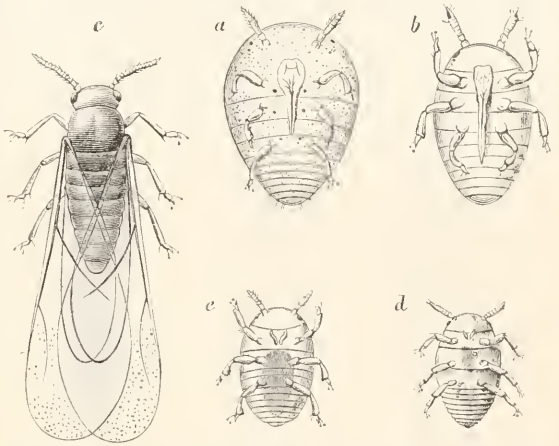
Von manchen Formen scheinen vivipare Individuen in Ameisenhaufen zu überwintern. Wahrscheinlich als Nachkommen überwinterter Ammen können auch im Frühjahre die beiderlei Geschlechtsthiere (zur Zeit der Geburt bereits vollkommen reif, flügellos und ohne Rüssel) auftreten, wie solches durch Derbès für *Pemphigus terebinthi* nachgewiesen wurde. Hier folgt alsdann die Generation der ungeflügelten Ammen, welche die Gallen erzeugen, und als Nachkommen derselben die geflügelten, sich überall verbreitenden (und überwinternden) Formen.

Die Fortpflanzung der *Rindenläuse* weicht insofern ab, als wir hier anstatt der viviparen Generationen eine besondere ovipare Geschlechtsform, verbunden mit der Fähigkeit parthenogenetischer Fortpflanzung, beobachten. Die weibliche flügellose sog.

[1]) Derbès, Notes sur les aphides du pistachier térébinthe. Ann. des sc. nat. 1872.

Tannenlaus (I) (*Chermes abietis* L.) überwintert an der Basis der beschuppten jungen Fichtenknospe, wächst im Frühjahre an derselben Stelle beträchtlich, häutet sich mehrmals und legt zahlreiche Eier ab, welche sich parthenogenetisch entwickeln. Die ausgeschlüpften Jungen stechen die geschwollenen Nadeln des Triebes an und erzeugen die Ananas-ähnliche Galle. Später entwickeln sie sich zu geflügelten Weibchen (II), welche wieder parthenogenetisch sich entwickelnde Eier ablegen. Die aus diesen hervorgehenden gelblich gefärbten Formen, von denen man seither annahm, dass sie zu der am Grunde der Knospen überwinternden Generation von Weibchen würden, sind die Geschlechtsthiere, und zwar die Formen mit bräunlichem Hinterleibe die bis vor kurzer Zeit unbekannt gebliebenen Männchen. Es hat sich jedoch weiter herausgestellt, dass die Zahl der Generationen eine grössere und ihr Verhältniss zu einander ein sehr verwickeltes, in allen Einzelheiten noch nicht völlig aufgeklärtes ist. Ein Theil der geflügelten Generation (II) wandert nämlich von der Fichte auf die Lärche und erzeugt parthenogenetisch eine ungeflügelte Generation (III), welche auf der Lärche überwintert. Aus dieser geht dann eine geflügelte Generation (IV) hervor, welche auf die Fichte zurückfliegt und aus ihren Eiern die ungeflügelten Männchen und Weibchen (V) hervorgehen lässt, deren Nachkommen zu der ersten Generation (I) zurückführen. Die auf der Fichte zurückgebliebenen Formen erzeugen eine ungeflügelte Generation von Weibchen (III'), aus deren Eiern sich wieder eine geflügelte Sommergeneration (IV') entwickelt. Bei *Phylloxera quercus* treffen wir ausser beiden Generationen eine im Herbste auftretende Generation sehr kleiner beweglicher Männchen und Weibchen (ohne Saugrüssel und Darm), die aus zweierlei, an den Wurzeln abgelegten Eiern entstanden sind. Das Weibchen legt nach der Begattung nur ein Ei ab.

Fig. 582.



Phylloxera vastatrix. *a*, *b*, *c* nach Taschenberg, *d*, *e* nach Fatio. *a* Gallenbewohnende Form, *b* ungeflügelte Wurzellaus, *c* geflügelte Generation, *d* Männchen, *e* echtes Weibchen.

Aehnlich verhält sich die berüchtigte Reblaus, *Phylloxera vastatrix*[1]). Aus den unter der Rinde des Rebstockes abgelegten Wintereiern schlüpfen im Frühjahre Formen, welche flügellos bleiben und wohl in der Regel zunächst am Stamme aufwärts wandernd zu den Gallenläusen der Blätter werden. Diese pflanzen sich durch mehrere Generationen parthenogenetisch fort, von denen die abwärts wandernden Individuen an die Wurzeln gelangen und als Wurzelläuse die Nodositäten an den Wurzeln der Rebe erzeugen. Auch diese können sich viele Generationen hindurch parthenogenetisch fortpflanzen. Erst im Spätsommer entwickeln sich die geflügelten Formen, welche ebenfalls als agame Weibchen parthenogenetisch sich fortpflanzen, die Ausbreitung der Art ermöglichen und dimorphe Eier legen. Aus den grossen entstehen die darmlosen Weibchen, aus den

[1]) Ausser Balbiani vergl. besonders Signoret, Phylloxera de la vigne. Ann. de la soc. ent. de France, Tom. IX, 1869, Tom. X, 1870. J. Lichtenstein, Beiträge zur Biologie der Gattung Phylloxera. Stett. Ent. Zeitung, 1875, 1876. F. Blochmann. Ueber die Geschlechtsgeneration von *Chermes abietis* L. Biol. Centralblatt, 1887. L. Dreyfus. Ueber Phylloxerinen. Wiesbaden, 1889.

kleinen die ebenfalls darmlosen Männchen. (Fig. 582.) Die Hauptfeinde der Blattläuse sind die Larven von *Ichneumoniden* (*Aphidius*), *Syrphiden*, *Coccinellen* und *Hemerobiden*.

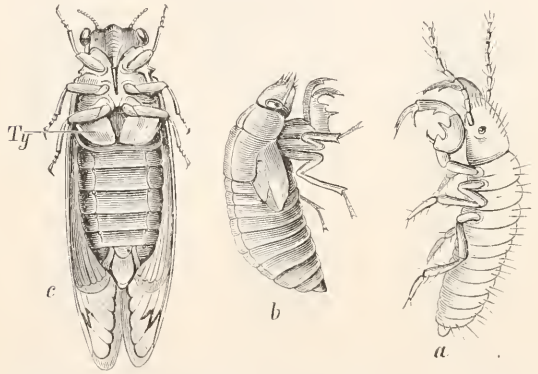
a) Blattläuse s. st. *Lachnus pini* L., *L. juglandis* L., *L. fagi* L., *Aphis brassicae* L., *A. rosae* L. — *Schizoneura lanigera* Hartg., Apfelbaum. *Pemphigus bursarius* L.

b) Rindenläuse. *Chermes piceae* L., erzeugt die Ananas-ähnlichen Gallen der Fichte. *Ch. laricis* Hartg., *Phylloxera quercus* von Heyd., an Eichblättern. *Ph. vastatrix*, Reblaus. (Fig. 582.)

Fam. *Psyllidae* (*Psyllodes*), Blattflöhe. Im ausgebildeten Zustande stets geflügelt. Fühler lang, zehngliedrig. Die hinteren Beine dienen zum Sprunge. Geben durch ihren Stich häufig Veranlassung zu Deformitäten von Blüthen und Blättern. *Psylla alni* L., *Livia juncorum* Latr.

3. Unterordnung. *Homoptera* (*Cicadaria*), *Cicaden*, *Zirpen*. Beide Flügelpaare sind in der Regel von häutiger Beschaffenheit, zuweilen wenigstens im vorderen Paare undurchsichtig lederartig und gefärbt, und liegen in der Ruhe dem Körper schräg auf. Der Kopf ist verhältnissmässig gross und oft in Fortsätze verlängert. Der Schnabel entspringt stets weit nach unten, scheinbar zwischen den Vorderfüssen und besteht aus drei Gliedern. (Fig. 583.) Bei vielen sind die Hinterbeine Sprungbeine, mit denen sich die Thiere vor dem Fluge fortschnellen. Die Weibchen besitzen einen Legestachel und bringen die Eier oft unter die Rinde und in Zweigen der Pflanzen. Die Larven grösserer Arten brauchen mehrere Jahre zu ihrer Entwicklung.

Fig. 583.



Cicada septendecim, nach Packard. *a* Larve, *b* Puppe, *c* Männchen. *Ty* Singapparat.

Fam. *Cicadellidae*, Keinzirpen. *Jassus biguttatus* Fabr., *Ledra aurita* L., *Tettigonia vittata* L., *Aphrophora*. Prothorax trapezoidal (siebeneckig). Flügeldecken lederartig. Hinterschienen mit drei starken Dornen. Die Larven lassen aus dem After einen blasigen Schaum (Kukukspeichel) vortreten, in den sie sich einhüllen. *A. spumaria* L., Schaumcicade.

Fam. *Membracidae*, Buckelzirpen. Kopf von dem grossen, mit buckelförmigen Fortsätzen versehenen Prothorax überragt. *Centrotus cornutus* L., *Membracis lateralis* Fabr.

Fam. *Fulgoridae*, Leuchtzirpen. Bei vielen bedeckt sich der Hinterleib dicht mit langen Wachssträngen und Wachsflaum, welcher bei einer Art (*Flata limbata*) in so reicher Menge secernirt wird, dass derselbe gewonnen wird und als „chinesisches Wachs" in den Handel kommt. *Fulgora laternaria* L. Der Laternenträger aus Surinam, sollte nach den irrthümlichen Angaben Merian's aus dem laternenförmigen Stirnfortsatze Licht ausstrahlen. *F. candelaria* L., chinesischer Laternenträger. *Lystra lanata* L. und andere amerikanische Arten. *Flata limbata* Fabr., China.

Fam. *Cicadidae* = *Stridulantia*, Singcicaden. Der dicke Hinterleib beim Männchen mit Stimmorgan, welches einen lautschrillenden Ton hervorbringt. (Fig. 583.) Als scheue Thiere halten sie sich am Tage zwischen Blättern versteckt. Sie leben von den Säften junger Triebe und können durch ihren Stich das Ausfliessen süsser Pflanzensäfte veranlassen, die zu dem Manna erhärten (*Cicada orni* L., Sicilien). Die Weibchen haben

einen sägeförmigen Legebohrer zwischen zwei gegliederten Klappen. Die ausschlüpfenden Larven kriechen in die Erde, in der sie sich mit ihren schaufelförmigen Vorderbeinen eingraben, und saugen Wurzeln an. *Cicada orni* L., Südeuropa. *C. septendecim* Fabr., Brasilien. *C. haematodes* L., Süddeutschland.

4. Unterordnung. *Hemiptera*, *Wanzen*. Die vorderen Flügelpaare sind halbhornig, halbhäutig (*Hemielytra*) und liegen dem Körper horizontal auf. Manche Arten entbehren der Flügel, ebenso die Weibchen einiger im männlichen Geschlechte geflügelten Arten. Der erste Brustring ist gross und frei beweglich. Der Rüssel entspringt frontal und liegt in der Ruhe meist unter der Brust eingeschlagen. Einige Arten der Reduvinen erzeugen ein schrillendes Geräusch, so *Pirates stridulus* durch die Bewegung des Halses am Prothorax.

Fig. 584.

Nepa cinerea (règne animal).

1. Tribus. *Hydrocores* = *Hydrocorisae*, Wasserwanzen. Fühler kürzer als der Kopf, drei- oder viergliedrig, mehr oder minder versteckt. Schnabel kurz. Nähren sich von thierischen Säften.

Fam. *Notonectidae*, Rückenschwimmer. *Corixa striata* L., *Notonecta glauca* L., Wasserwanze.

Fam. *Nepidae*, Wasserscorpione. (Fig. 584.) *Naucoris cimicoides* L., *Nepa cinerea* L., Wasserscorpion. *Ranatra linearis* L.

2. Tribus. *Geocores*, Landwanzen. Fühler vorgestreckt, mittellang und vier- oder fünfgliedrig. Schnabel meist lang.

Fam. *Hydrometridae* (*Ploteres*), Wasserläufer. *Hydrometra lacustris* L., *Limnobates stagnorum* L., *Velia rivulorum* Latr., *Halobates sericeus* Esch., Stiller Ocean.

Fam. *Reduviidae* (*Reduviini*), Schreitwanzen. *Reduvius personatus* L., *Pirates stridulus* Fabr., Südeuropa.

Fam. *Acanthiadae* (*Membranacei*), Hautwanzen. *Acanthia lectularia* L., Bettwanze. *Aradus depressus* Fabr. (*corticalis* L.).

Fam. *Capsidae*, Blindwanzen. *Capsus trifasciatus* L., *Miris erraticus* L.

Fam. *Lygaeidae* (*Lygaeodes*), Langwanzen. *Lygaeus equestris* L., *Pyrrhocoris apterus* L., Feuerwanze.

Fam. *Coreidae* (*Coreodes*), Randwanzen. *Coreus marginatus* L., *Alydus calcaratus* L.

Fam. *Pentatomidae*, Schildwanzen. *Pentatoma juniperа* L., *P. rufipes* L., *P. oleracea* L.

7. Ordnung. **Diptera**[1]) **(Antliata), Zweiflügler.**

Insecten mit saugenden und stechenden Mundtheilen, mit häutigen Vorderflügeln, zu Schwingkolben verkümmerten Hinterflügeln, mit vollkommener Metamorphose.

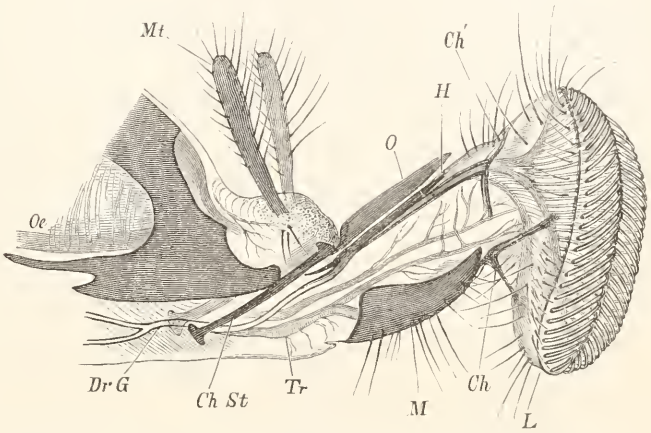
[1]) J. W. Meigen, Systematische Beschreibung der bekannten europäischen zweiflügeligen Insecten. 7 Theile. Aachen, 1818—1838. Wiedemann, Aussereuropäische zweiflügelige Insecten. 2 Theile. Hamm. 1828—1830. R. Schiner, Fauna austriaca (Fliegen). Wien, 1860. N. Wagner, Ueber die viviparen Gallmückenlarven. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XV, 1865. A. Weismann, Die Entwicklung der Dipteren. Leipzig, 1864. Derselbe, Die Metamorphose der Corethra plumicornis, 1866. E. Becher, Zur Kenntniss der Mundtheile der Dipteren. Wien, 1882.

Die Bezeichnung dieser Ordnung ist der am meisten in die Augen fallenden Flügelbildung entlehnt, ohne freilich dem Sachverhältniss genau zu entsprechen. Allerdings sind die Vorderflügel ausschliesslich zu grossen, glasartig durchsichtigen Schwingen entwickelt, allein auch die Hinterflügel bleiben in rudimentärer Gestalt als gestielte Knöpfchen, Schwingkolben (*Halteres*), erhalten. Am Innenrande der Vorderflügel markiren sich durch Einschnitte zwei Lappen, ein äusserer (*Alula*) und ein innerer (*Squama*), der die Hinterflügel überdecken kann. Die letzteren bestehen aus einem dünnen Stiel und einem kugeligen Kopf. Leydig beschrieb in der Basis der Halteren ein Ganglion mit Nervenstiften und deutete dasselbe als Gehörapparat. Selten fehlen die Flügel ganz (*Chionea*). Der frei bewegliche Kopf hat meist eine kugelige Form, ist mittelst eines engen und kurzen Halsstieles eingelenkt und zeichnet sich durch die grossen Facettenaugen aus, welche im männlichen Geschlechte auf der Mittellinie des Gesichtes und Scheitels zusammenstossen können. In der Regel sind drei Ocellen vorhanden. Die Fühler weichen nach zwei verschiedenen Richtungen auseinander, indem sie entweder klein bleiben, aus drei Gliedern bestehen und häufig an der Spitze eine Fühlerborste (*Arista*) tragen, oder schnurförmig, von bedeutender Länge und aus einer grossen Gliederzahl zusammengesetzt sind. Da jedoch im ersten Falle das Endglied wieder in kleine Glieder getheilt erscheint, so ist eine scharfe Abgrenzung beider Fühlerformen um so weniger möglich, als auch die Fühlerborste gegliedert sein kann. Die Mundwerkzeuge bilden die als Schöpfrüssel (*Proboscis*, *Haustellum*) bekannte Form von Saugröhren, in denen die Kiefer und eine unpaare, an der unteren Pharynxwand entspringende Borste, der *Hypopharynx*, als Stechorgane auftreten können. (Fig. 532.) In den letzteren mündet der gemeinsame Ausführungsgang der beiden Speicheldrüsen. Die Mandibeln fehlen im männlichen Geschlechte, sowie bei sämmtlichen Muscaria und Pupipara auch beim Weibchen. Die Saugröhre, vornehmlich aus der Unterlippe gebildet, endet häufig mit schwammig aufgetriebenen Endlippen, den Labellen (die umgeformten Lippentaster), während die Unterkiefer Taster tragen, welche bei Verschmelzung der Kieferreste mit der Unterlippe dem Schöpfrüssel aufsitzen. (Fig. 585.) Prothorax kurz und ringförmig, ebenso der Methathorax. Mesothorax am stärksten entwickelt. Das Abdomen ist häufig gestielt und besteht aus fünf bis neun Ringen. Bauchplatte des ersten Abdominalsegments gesondert. Die Beine besitzen fünfgliedrige Tarsen, welche mit Klauen und meist mit sohlenartigen Haftlappen (Pelotten) enden.

Das Nervensystem erscheint je nach der Streckung des Leibes in sehr verschiedenen Formen der Concentrirung. Während bei Fliegen mit sehr gedrungenem Körperbau die Ganglien des Abdomens und der Brust zu einem gemeinsamen Brustknoten verschmelzen, erhalten sich bei den langgestreckteren Nemoceren nicht nur die drei Brustganglien, sondern auch mehrere, selbst fünf und sechs Abdominalganglien wohlgesondert. Für den Darmcanal dürfte das Auftreten eines gestielten Saugmagens als Anhang des Oesophagus, sowie die

Vierzahl der Malpighi'schen Gefässe hervorzuheben sein. Die beiden Tracheenstämme erweitern sich im Zusammenhange mit dem gewandten Flugvermögen zu zwei grossen blasigen Säcken an der Basis des Hinterleibes. Die männlichen Geschlechtsorgane bestehen aus zwei ovalen Hoden mit kurzen Ausführungsgängen, denen sich feste Begattungstheile nebst Copulationszangen anschliessen; die Ovarien entbehren einer besonderen Begattungstasche, tragen drei Samenbehälter an der Scheide (Fig. 554) und enden oft mit einer einziehbaren Legeröhre.

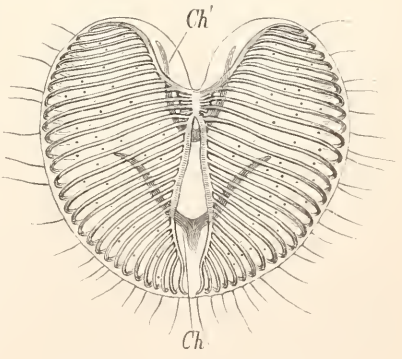
Fig. 585 *a*.



Rüssel einer Fliege. *Ch St* Chitinstäbe zur Stütze der Oberlippe (Reste der Maxillen), *O* Oberlippe, *Oe* Oesophagus, *L* Unterlippe (Labellen), *Mt* Maxillartaster, *Ch, Ch'* Chitinstützen der Labellen, *M* Mentum, *H* Hypopharynx, *Dr G* gemeinsamer Ausführungsgang der Speicheldrüsen, welcher in die Rinne des Hypopharynx führt, *Tr* Tracheen.

Die beiden Geschlechter sind selten auffallend verschieden. Die Männchen besitzen in der Regel grössere Augen, die zuweilen median zusammenstossen, häufig ein abweichend gestaltetes Abdomen, ausnahmsweise (*Bibio*) auch eine verschiedene Färbung. Auch die Mundtheile können Abweichungen bieten, wie z. B. die Männchen stets der messerförmigen Mandibeln entbehren, welche im weiblichen Geschlechte bei den Tanystomata und Nemocera die Hauptwaffe bilden. Die Männchen der Culiciden besitzen behaarte vielgliedrige Fühler, während die Fühler der Weibchen fadenförmig sind und aus einer geringeren Gliederzahl bestehen.

Fig. 585 *b*.



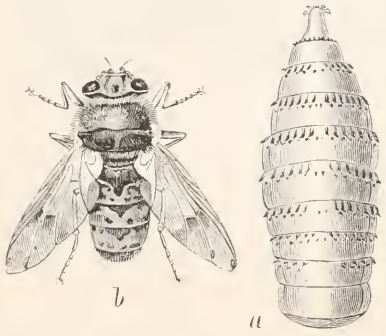
Die Labellen von vorne gesehen.

Die Verwandlung ist eine vollkommene; die meist fusslosen Larven besitzen entweder einen deutlich gesonderten, mit Fühlern und Ocellen versehenen Kopf (die meisten Nemoceren), oder der Kopf ist ein kurzer, meist eingezogener Abschnitt ohne Fühler und Augen (höchstens mit einem x-förmigen Pigmentfleck), mit ganz rudimentären Mundwerkzeugen, zuweilen mit zwei zur Befestigung dienenden Mundhaken. (Fig. 83.) Im ersteren Falle haben die Larven kauende Mundtheile und nähren sich vom Raube anderer Thiere, im letzteren saugen

sie als „Maden“ Flüssigkeiten oder breiige Substanzen ein. Letztere werden mit Brauer als *Cyclorapha* bezeichnet, da die Haut bei der Abstreifung in bogenförmiger Naht gesprengt wird (*Muscaria*, *Pupipara*), jene Larven dagegen mit Kieferkapsel und vollständigem oder unvollständigem Kopf als *Orthorapha*, weil die Haut in geradliniger Naht einreisst (*Tanystomata*, *Nemocera*). Nach mehrfachen Häutungen verwandeln sich die Larven entweder in der erhärtenden Larvenhaut zur Puppe (*P. coarctata*), oder bilden sich unter Abstreifung der ersteren in bewegliche, oft frei im Wasser schwimmende Puppen (*P. obtecta*) um, welche Tracheenkiemen besitzen können. Auf die Verschiedenheiten, welche die Entwicklung des geflügelten Insectes aus der Larve in beiden Gruppen darbietet, ist schon bei einer früheren Gelegenheit hingewiesen.

Viele Dipteren produciren beim Fliegen summende Töne, und zwar durch Vibrationen verschiedener Körpertheile, theils der Flügel, theils der Segmente des Abdomens unter Betheiligung der Stimmapparate an den vier Stigmen der Brust. Hier bildet unterhalb des Stigmenrandes der Tracheenstamm eine Blase mit zwei zierlich gefalteten Blättchen, welche unterhalb zweier äusseren Klappen (Brummklappen) durch die Luftexspiration in Schwingungen versetzt werden.

Fig. 586.



Gastrophilus equi, nach F. Brauer. *a* Larve, *b* Männchen.

1. Unterordnung. *Brachycera*, *Fliegen*. Körper sehr verschieden gestaltet, häufig dick und gedrungen, mit fünf- bis achtgliedrigem Hinterleib. Fühler kurz, meist dreigliedrig, mit grossem, meist secundär geringeltem Endgliede, an welches sich eine einfache oder geringelte Borste anschliesst. Flügel fast stets vorhanden. Die Larven leben in faulenden Stoffen der Erde und im Wasser, theilweise auch als Parasiten, sind grossentheils Maden mit Kieferhaken und verpuppen sich meist in der abgestreiften tonnenförmigen Larvenhaut. (Fig. 586.) Viele bilden jedoch auch eine Pupa obtecta.

1. Tribus. *Muscaria*. Mit Stirnblase. Rüssel meist mit fleischigem Endlappen, Maxillen in der Regel verkümmert. Larven cycloraph, ohne Kieferkapsel, meist mit zwei bis vier Mundhaken. Stets Tönnchenpuppen.

Fam. *Phoridae*. *Phora incrassata* Meig., als Larve im Bienenstocke lebend.

Fam. *Acalyptera*. *Trypeta Cardui* L., *Tr. signata* Meig., in Kirschen. *Chlorops lineata* Fabr., Weizenfliege. Larve in den Halmen der Gräser. *Scatophaga stercoraria* L., Dungfliege, auf Düngerhaufen. *Piophila casei* L., Käsefliege. *Anthomyia ruficeps* Meig. Forstschädlich durch Zerstören der Wurzeln von Weiden- und Pappelkeimlingen.

Fam. *Muscidae*. *Musca domestica* L., Stubenfliege. *M. Caesar* L., Goldfliege. *M. vomitoria* L., Brechfliege, mit glänzend blauem Hinterleib. *M. cadaverina* L., Aasfliege. *Sarcophaga carnaria* L., Fleischfliege, vivipar. *Tachina* Meig. Die Larven schmarotzen vor-

nehmlich in Raupen. *T. puparum* Fabr., *T.* (*Chrysosoma*) *viridis* Fall., *T. grossa* L., *T. larvarum* L.

Fam. *Conopidae*. *Conops flavipes* L., Larven im Abdomen von Hymenopteren. *C. rufipes* Fabr., Larven in Oedipoda.

Fam. *Stomoxyidae*. *Stomoxys calcitrans* L., Stechfliege, der Stubenfliege ähnlich.

Fam. *Oestridae*, Biesfliegen[1]). Rüssel verkümmert. Die Weibchen haben eine Legeröhre und bringen ihre Eier oder (und in diesem Falle fehlt die Legeröhre) die lebendig geborenen Larven an bestimmte Stellen von Säugethieren, z. B. in die Nüstern der Hirsche, an die Brust der Pferde. Die Larven mit gezähnelten Körperringen und häufig mit Mundhaken leben in der Stirnhöhle, unter der Haut, selbst im Magen bestimmter Säugethiere parasitisch. Unter der Haut erzeugen sie die sogenannten Dasselbeulen. *Hypoderma bovis* L., *H. Actaeon* Br., am Edelhirsch. *H. tarandi* L., *Dermatobia hominis* Goudot, auf Wiederkäuern, Katzen (Jaguar) und auf dem Menschen in Südamerika. *Oestrus auribarbis* Wied. Die Larve wird von der Fliege in die Nasenhöhle des Edelhirsches gebracht. *Gastrus* (*Gastrophilus*) *equi* Fabr. (Fig. 586.) Das Ei wird an die Brust des Pferdes abgesetzt und von diesem abgeleckt, die ausschlüpfende Larve hängt sich an der Magenwandung mittelst ihrer Mundhaken auf, besteht mehrfache Häutungen und wird vor der Verpuppung mit den Excrementen entleert.

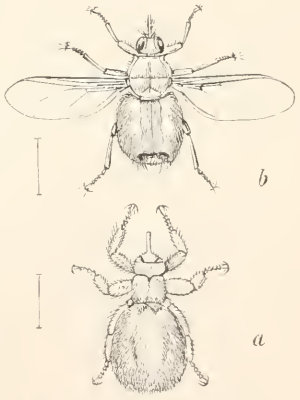
Fig. 587.

Eristalis tenax. *a* Fliege. *b* Larve.

Fam. *Syrphidae*, Schwebfliegen, *Syrphus pirastri* L., Schwebfliege. *Eristalis tenax* L. (Fig. 587), *E. aeneus* Fabr., Larven mit Athemröhre, in Kloaken und stehendem Wasser.

Fam. *Platypezidae*, Pilzfliegen. Die Larven leben in Schwämmen. *Platypeza boletina* Fall.

Fig. 588.



a Melophagus ovinus, *b Hippobosca equina*, nach Packard.

2. Tribus. *Pupipara*[2]), *Lausfliegen*. (Fig. 588.) Körper gedrungen, die drei Thoracalsegmente verschmolzen, das Abdomen breit und oft abgeflacht. Fühler kurz, häufig nur zweigliedrig. Die Beine mit gezähnten Klammerkrallen. Die Flügel können rudimentär sein oder fehlen. Die Entwicklung des Embryos und der Larve geschieht in der Uterus-ähnlichen Scheide. Die aus dem Ei hervorgegangene Made (ohne Schlundgerüst und Mundhaken) schluckt das Secret ansehnlicher Drüsenanhänge des Uterus (Fig. 557), besteht mehrfache Häutungen und wird vollständig ausgebildet unmittelbar vor der Verpuppung geboren. Schmarotzen wie die Läuse an der Haut von Warmblütern, selten von Insecten.

Braula coeca Nitzsch., Bienenlaus. *Nycteribia Latreillei* Curt. Augenlos, auf Vespertilioarten. *Melophagus ovinus* L., Schafzecke (Fig. 588 *a*), *Anapera pallida* Meig., auf Schwalben. *Hippobosca equina* L., Pferdelaus. (Fig. 588 *b*.)

[1]) F. Brauer, Monographie der Oestriden. Wien, 1863.

[2]) L. Dufour, Études anatomiques et physiologiques sur les Insectes Diptères de la famille des Pupipares. Ann. des sc. nat., IIe sér., Tom. III, 1843. R. Leuckart, Die Fortpflanzung und Entwicklung der Pupiparen. Abh. der naturf. Gesellschaft zu Halle, Tom. IV.

3. Tribus. *Tanystomata.* Rüssel meist lang mit stiletförmigen Kiefern zum Raube. Larve orthoraph, mit Kieferkapsel und hakigen Kiefern.

Fam. *Dolichopodidae. Dolichopus pennatus* Meig., *D. nobilitatus* L.

Fam. *Empidae*, Tanzfliegen. Die Larven leben in der Erde. *Empis tesselata* Fabr.

Fam. *Asilidae*, Raubfliegen. Die Larven leben in Wurzeln und Holz. *Asilus germanicus* L., *A. crabroniformis* L., *Laphria gibbosa* Fabr., *L. flava* Fabr.

Fam. *Bombyliidae*, Hummelfliegen. *Anthrax morio* Fabr. (*sinuatus* Fall.). Die Larve lebt in den Nestern von Megachile muraria und Osmia tricornis. *Bombylius major* L., *B. medius* L.

Fam. *Henopidae. Henops gibbosus* L., Mundhornfliege. *Lasia flavitarsis* Wied.

Fam. *Therevidae* (*Xylotomae*), Stiletfliegen. *Thereva annulata* Fabr., *Th. plebeja* L., *Scenopinus fenestralis* L.

Fam. *Tabanidae*, Bremsen. Rüssel kurz wagrecht vorstehend mit sechs, beziehungsweise vier (Männchen) Stileten und zweigliedrigem Taster. Stechen empfindlich und saugen Blut. *Chrysops coecutiens* L., *Tabanus bovinus* L., Rinderbremse. *Haematopota pluvialis* L., Regenbremse.

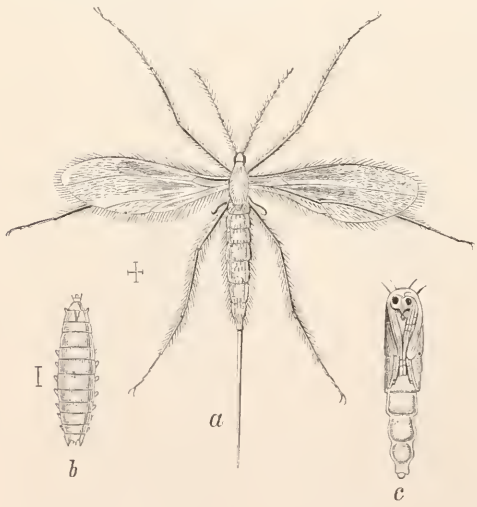
Fam. *Leptidae*, Schnepfenfliegen. *Leptis scolopacea* L., Schnepfenfliege. *L. vermileo* L., Südeuropa. Die Larve gräbt im Sande Trichter und fängt in denselben wie der Ameisenlöwe Insecten.

Fam. *Xylophagidae*, Holzfliegen. *Xylophagus maculatus* Fabr., Larve im Buchenholz. *Beris clavipes* L.

Fam. *Stratiomyidae*, Waffenfliegen. *Stratiomys chamaeleon* L., *St.* (*Odontomyia*) *hydroleon* L., *Sargus cuprarius* L.

2. Unterordnung. *Nemocera* (*Tipulariae*), *Langhörner.* (Fig. 589.) Langgestreckte Dipteren mit vielgliedrigen, meist schnurförmigen, im männlichen Geschlechte zuweilen buschigen Fühlern, langen dünnen Beinen und grossen, theils nackten, theils behaarten Flügeln. Taster meist von beträchtlicher Länge, vier- bis fünfgliedrig, Rüssel kurz und fleischig, oft mit Stechborsten bewaffnet. Halteren frei. Die Larven meist mit vollkommen differenzirtem Kopfe (*Eucephala*), seltener mit einziehbarer Kieferkapsel (*Tipuliden, Cecidomyien*), leben im Wasser, in der Erde und auch in vegetabilischen Stoffen (Gallen, Pilzen) und besitzen theilweise eine Athemröhre. Nach Abstreifung der Larvenhaut bilden sich die eucephalen Larven in eine ruhende oder auch frei bewegliche Puppe um, letztere dann mit Kiementracheen im Nacken und am Schwanze. Das ausgeschlüpfte Insect schwimmt bis zur Erhärtung der Flügel auf der geborstenen Puppenhülle wie auf einem Kahne herum. Die Weibchen mancher

Fig. 589.



Cecidomyia tritici, nach Wagner. *a* Weibchen mit ausgestreckter Legeröhre, *b* Larve, *c* Puppe.

Arten (Stechmücken) saugen Blut und werden, wo sie in grossen Schaaren vorkommen, zu einer wahren Plage.

Fam. *Bibionidae* (*Musciformes*). Körper fliegenähnlich. Fühler sechs- bis eilfgliedrig. Hinterleib siebengliedrig. *Bibio marci* L., *B. hortulanus* L. Männchen schwarz, Weibchen ziegelroth mit schwarzem Kopf. *Chionea araneoides* L., ohne Vorderflügel; läuft im Winter auf dem Schnee umher. *Simulia reptans* L., *S. columbaczchensis* Fabr., Kolumbaczer Mücke, blutsaugend, überfällt in Ungarn schaarenweise die Viehheerden.

Fam. *Fungicolae*, Pilzmücken. Die Larven, ohne Fussstummel am zweiten Ring, leben in Pilzen. *Sciara Thomae* L. Die Larven unternehmen vor der Verpuppung in ungeheuerer Zahl, zu einem schlangenförmig sich fortwälzenden, als „*Heerwurm*" bekannten Bande zusammengedrängt, Wanderungen am Erdboden. *Mycetophila fusca* Meig., Pilzmücke. *Sciophila maculata* Fabr., Schattenmücke.

Fam. *Noctuiformes*, eulenartige Mücken. *Psychoda phalaenoides* L., *Ptychoptera contaminata* L., Faltenmücke.

Fam. *Culiciformes*. Die Larven leben im Wasser, im morschen Holz oder in der Erde. *Chironomus plumosus* L., *Corethra plumicornis* Fabr. Larve mit vier Tracheenblasen und einem Borstenkranz am Aftersegment, im Wasser.

Fam. *Culicidae*, Stechmücken. Larven im Wasser, mit Athemröhre und Anhängen am Hinterleibsende. *Culex pipiens* L., Singmücke. Taster des Männchens buschig und länger als der Rüssel. Nur die Weibchen stechen.

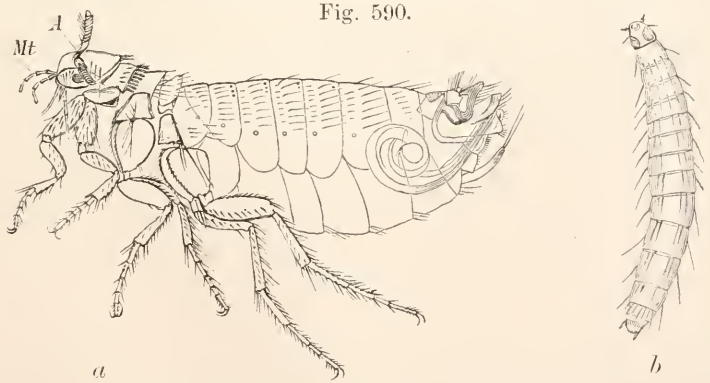
Fam. *Gallicolae*, Gallmücken. Larven in Gallen. *Cecidomyia destructor* Say, Hessenfliege. Seit 1778 in den Vereinigten Staaten als Weizenverwüster berüchtigt (eingeschleppt [?] im Stroh von den hessischen Soldaten). *C. titrici* Kirb., im Weizen. (Fig. 589.) *C. secalina* Loew. *C. salicis* Schrk. u. z. A. Die viviparen Larven (Fig. 125) gehören der Gattung *Miastor* an.

Fam. *Limnobiidae*, Schnaken. Larven in der Erde oder in faulem Holz. *Tipula oleracea* L., Kohlschnake. *Ctenophora atrata* L., Kammmücke. *Limnobia* Meig.

8. Ordnung. **Siphonaptera**[1]**, (Aphaniptera) Flöhe.**

Flügellose Insecten mit seitlich comprimirtem Körper und deutlich getrennten Thoracalringen, mit saugenden und stechenden Mundwerkzeugen und vollkommener Metamorphose.

Fig. 590.

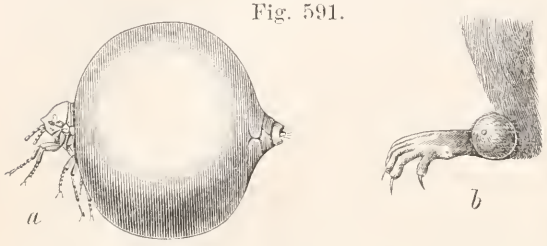


a Pulex avium ♂, nach Taschenberg. *A* Antennen, *Mt* Maxillartaster. — *b* Larve von *Pulex irritans*.

[1]) L. Landois, Anatomie des Hundeflohes. Dresden, 1867. O. Taschenberg, Die Flöhe. Die Arten der Insectenordnung Suctoria nach ihrem Chitinskelet monographisch dargestellt. Halle, 1880. K. Kraepelin, Ueber die systematische Stellung der Puliciden. Hamburg, 1884.

Kopf mit breiter Fläche dem Thorax verbunden, ohne Facettenaugen. Fühler sehr kurz, in einer Grube hinter den einfachen Punktaugen entspringend. Mundwerkzeuge zu einem Saugrohr umgeformt, welches aus einer obern stechenden Rinne, dem unpaaren Stechorgan (Oberlippe), und zwei seitlichen Rinnen, den paarigen Stielen (Oberkiefer), sowie terminal von den mehrgliedrigen Labialtastern gebildet wird. Die Speicheldrüsen münden in den Oberkieferrinnen aus. Die Maxillen sind breite schützende Platten zur Seite der Rüsselbasis mit viergliedrigem Taster. Flügel oder deren Rudimente fehlen, dagegen finden sich zwei seitliche plattenförmige Fortsätze an den Pleuren von Meso- und Metathorax. Die beinlosen Larven madenförmig, aber Nymphe freigliedrig wie die der Käfer, mit gesondertem Kopf und beissenden Kiefern. (Fig. 590.)

Fig. 591.



a Trächtiges Weibchen von *Rhynchoprion penetrans*, *b* Fuss einer Feldmaus mit eingenistetem Rhynchoprion, nach H. Karsten.

Fam. *Pulicidae. Pulex irritans* L., Floh des Menschen. Rücken des Männchens concav, zur Aufnahme des grösseren Weibchens. Die grossen fusslosen Larven leben in Sägespänen und zwischen Dielen, wo auch die länglich-ovalen Eier abgesetzt werden. *Sarcopsylla penetrans* L., Sandfloh (Chigoe), lebt frei in Südamerika im Sande. (Fig. 591.) Das Weibchen aber bohrt sich in die Haut des menschlichen Fusses, auch verschiedener Säugethiere ein und setzt hier die Eier ab, deren ausschlüpfende Larven Geschwüre veranlassen.

9. Ordnung. **Lepidoptera**[1]**, Schmetterlinge.**

Insecten mit saugenden, einen Rollrüssel bildenden Mundwerkzeugen, mit vier gleichartigen, vollständig beschuppten Flügeln, mit verwachsenem Prothorax und vollkommener Metamorphose.

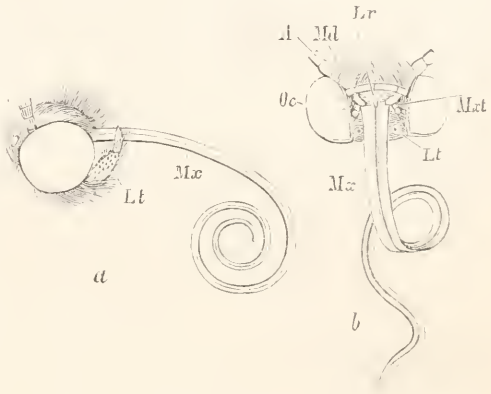
Der frei eingelenkte, dicht behaarte Kopf trägt grosse, halbkugelige Facettenaugen und zuweilen zwei Punktaugen. Die Antennen sind stets ungebrochen, vielgliedrig, in ihrer Form aber mehrfach verschieden. Oft erscheinen sie borsten- oder fadenförmig, auch wohl keulenförmig und nicht minder selten gesägt oder gekämmt. Die Mundtheile (Fig. 592) sind zum Aufsaugen flüssiger Nahrung, besonders süsser Honigsäfte umgestaltet, zuweilen aber sehr verkürzt und kaum zum Gebrauche befähigt. Oberlippe und Mandibeln verkümmern zu Rudimenten, dagegen verlängern sich die Unterkiefer in Form von dicht gegliederten Halbrinnen und legen sich zu dem spiralig aufgerollten *Rüssel*

[1]) E. J. C. Esper, Die europäischen Schmetterlinge in Abbildungen nach der Natur, mit Beschreibungen. 7 Bde. Erlangen, 1777—1805. F. Ochsenheimer und F. Treitschke, Die Schmetterlinge von Europa. 10 Bde. Leipzig, 1807—1835. W. Herrich-Schäffer, Systematische Beschreibung der Schmetterlinge von Europa. 5 Bde. Regensburg, 1843—1855. Derselbe, Lepidopterorum exoticorum species novae aut minus cognitae. Regensburg, 1850—1865. Alfred Walter, Palpus maxillaris lepidopterorum. Jen. naturwiss. Zeitschr., Tom. XVIII. 1884.

(*Rollzunge*) zusammen, dessen oberflächliche Dörnchen zum Aufritzen der Nectarien dienen, während durch die Höhlung die Honigsäfte aufgesaugt werden, welche unter dem Einflusse pumpender Bewegungen der Speiseröhre nach der Mundöffnung aufsteigen. Die Kiefertaster sind selten ganz geschwunden (*Lycaena*), bleiben aber in der Regel rudimentär und nur ein- oder zweigliedrig, mit Ausnahme der *Tineiden*, welche einen fünfgliedrigen Maxillartaster besitzen. Bei *Micropteryx* sind jedoch neuerdings auch entwickelte Mandibeln und Maxillen mit getrennten Laden gefunden worden (Uebergang zu den Tenthredinen). In der Ruhe liegt der Rüssel unterhalb der Mundöffnung zusammengerollt, seitlich von den grossen dreigliedrigen, oft buschig behaarten Lippentastern begrenzt, welche der rudimentären dreieckigen Unterlippe aufsitzen.

Die drei Ringe der Brust sind innig mit einander verschmolzen und wie fast alle äusseren Körpertheile auf ihrer Oberfläche dicht behaart. Die meist umfangreichen, nur selten ganz rudimentären (Spannerweibchen) Flügel, von denen die vorderen an Grösse hervorragen, zeichnen sich durch theilweise oder vollständige Ueberkleidung mit schuppenförmigen Haaren aus, welche dachziegelförmig über einander liegen und die äusserst mannigfache Zeichnung, Färbung und das Irisiren des Flügels bedingen. Es sind kleine, meist fein gerippte und gezähnelte Blättchen, welche mit stielförmiger Wurzel in Poren der Flügelhaut stecken und als Cuticulargebilde, verbreiterte Haare, während der Puppenperiode ihre Entstehung nehmen. Die Aderung der Flügel ist systematisch von Bedeutung geworden und lässt sich auf eine grosse, von der Wurzel entspringende Mittelzelle zurückführen, aus welcher sechs bis acht radiäre Adern nach dem seitlichen äusseren Rande hinziehen, während oberhalb und unterhalb der Mittelzelle einzelne selbstständige Längsadern dem oberen oder unteren befransten Rande parallel verlaufen. Beide Flügelpaare sind häufig durch Retinacula mit einander verbunden, indem vom oberen Rande der Hinterflügel Dornen oder Borsten in ein Bändchen der Vorderflügel eingreifen. Die Beine sind zart und schwach, ihre Schienen sind mit ansehnlichen Sporen bewaffnet, ihre Tarsen allgemein fünfgliedrig. Der sechs- bis siebengliedrige Hinterleib ist ebenfalls dicht behaart und endet nicht selten mit einem stark vortretenden Haarbüschel.

Fig. 592.

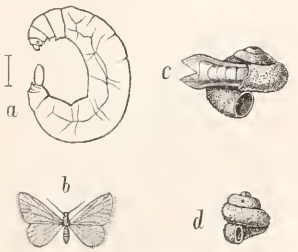


Mundtheile von Schmetterlingen, nach Savigny. *a* Von *Zygaena*, *b* von *Noctua*. *A* Antenne, *Oc* Augen, *Lr* Oberlippe, *Md* Mandibel, *Mx* Maxille, *Mxt* Maxillartaster, *Lt* Labialtaster, in *b* abgeschnitten.

Am Nervensystem ist das Gehirn zweilappig, mit starken Sehlappen und besonderen Anschwellungen für den Ursprung der Antennennerven. Die Bauch-

ganglienkette reducirt sich, von dem unteren Schlundganglion abgesehen, auf zwei Brustknoten (von denen jedoch der grössere zweite aus der Verschmelzung von vier Ganglien hervorgegangen ist) und auf vier oder fünf Knoten des Hinterleibes. (Fig. 539.) Im Larvenzustande existiren dagegen eilf Ganglienpaare des Bauchmarks. Der Nahrungscanal besitzt eine lange, mit einer gestielten Saugblase (*Saugmagen*) verbundene Speiseröhre und sechs Malpighi'sche Gefässe, von denen jederseits drei mit einem gemeinsamen Ausführungsgange einmünden. (Fig. 61 und 62.) Die Ovarien bestehen jederseits aus vier sehr langen vielkammerigen Eiröhren, welche eine sehr grosse Zahl von Eiern bergen. Der Ausführungsapparat besitzt stets ein langgestieltes Receptaculum seminis mit Anhangsdrüse und eine grosse Begattungstasche, welche unterhalb der Genitalöffnung selbstständig nach aussen mündet. (Fig. 553.) Die beiden langen Hodencanäle werden zu einem unpaaren, meist lebhaft gefärbten Körper verpackt, aus dem die beiden vielfach geschlängelten Vasa deferentia entspringen, welche vor ihrer Vereinigung zum Ductus ejaculatorius zwei accessorische Drüsenschläuche aufnehmen. Nicht selten entfernen sich beide Geschlechter durch Grösse, Färbung und Flügelbildung in auffallendem Dimorphismus. Die Männchen sind oft lebhafter und prachtvoller gefärbt (Reizmittel bei der Bewerbung des Weibchens). Merkwürdigerweise kommt auch im weiblichen Geschlechte bei mehreren Schmetterlingen ein Dimorphismus oder gar ein Polymorphismus vor. Manche Arten zeigen in beiden Geschlechtern nach der Jahreszeit bedeutende Verschiedenheiten der Färbung (Saisondimorphismus). (Fig. 597.) *Parthenogenese* kommt ausnahmsweise bei Spinnern (*Bombyx mori*), regelmässig bei vielen Sackträgern (*Psyche*) (Fig. 593) und einigen Motten (*Solenobia*) (Fig. 594) vor, deren larvenähnliche Weibchen der Flügel entbehren.

Fig. 593.



a Weibchen von *Psyche helix*, *b* Männchen desselben, *c* Gehäuse der männlichen, *d* der weiblichen Raupe.

Fig. 594.

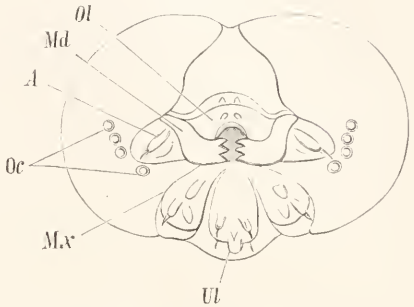
Solenobia triquetrella. *a* Männchen, *b* Weibchen.

Die aus dem Ei ausgeschlüpften Larven (*Raupen*) besitzen kauende Fresswerkzeuge (Fig. 595) und nähren sich vorzugsweise von Pflanzentheilen, Blättern und Holz. An ihrem grossen harthäutigen Kopfe finden sich dreigliedrige Antennen und vier oder sechs Punktaugen. Ueberall folgen auf die drei fünfgliedrigen konischen Beinpaare der Brustringe noch Afterfüsse, entweder nur zwei Paare, wie bei den Spannerraupen, oder fünf Paare, welche dann dem dritten bis sechsten und letzten Abdominalringe angehören. Die Raupen befestigen sich vor der Verpuppung an geschützten Orten oder spinnen sich Cocons und verwandeln sich in Pupae obtectae [1]), aus denen entweder nach wenigen

[1]) Vergl. M. Herold, Entwicklungsgeschichte der Schmetterlinge. Cassel und Marburg, 1815.

Wochen oder nach der Ueberwinterung im folgenden Jahre die geflügelten Insecten hervorgehen. Diese letzteren haben in der Regel eine kurze Lebensdauer, indem sie nach der Begattung, respective Eierlage zu Grunde gehen. Einige überwintern indessen an geschützten Orten (Tagfalter). Dem Schaden einiger sehr verbreiteten Raupenarten an Waldungen und Culturpflanzen wird durch die Verfolgungen ein Ziel gesetzt, welche dieselben von Seiten bestimmter *Ichneumoniden* und *Tachinarien* zu erleiden haben. Fossile Reste von Schmetterlingen kennt man aus der Tertiärformation und aus dem Bernstein. Der früheren Eintheilung Linné's in Tag-, Dämmerungs- und Nachtschmetterlinge hat man die Aufstellung mehrfacher Gruppen mit zahlreichen Familien vorzuziehen.

Fig. 595.



Kopf und Mundtheile einer Raupe (*Bombyx mori*). *Oc* Ocellen, *A* Antenne, *Ol* Oberlippe, *Md* Mandibel, *Mx* Maxille, *Ul* Unterlippe mit Zunge und Tastern.

1. Unterordnung. *Microlepidoptera*, Kleinschmetterlinge. Sehr kleine, zart gebaute Schmetterlinge mit meist langen, borstenförmigen Fühlern und wohl entwickeltem, oft vier oder fünfgliedrigem Maxillartaster (*Micropteryx* mit sechsgliedrigem Taster). Die Raupen besitzen meist 16 Beine, von denen die Abdominalfüsse rings um die Sohle einen Kranz von Häkchen tragen. Viele bohren Gänge im Parenchym der Blätter, andere leben in zusammengewickelten Blättern, wieder andere in Knospen, wenige im Wasser, wie *Nymphula* und andere Pyraliden. Die meisten halten sich am Tage verborgen.

Fam. *Pterophoridae*, Federgeistchen. Flügel federartig, in fein gefiederte Lappen gespalten. *Pterophorus pentadactylus* L., *Pt. pterodactylus* L., *Alucita hexadactyla* L.

Fam. *Tineidae*. Rüsseltaster gross, meist fünfgliedrig. *Yponomeuta evonymella* L., Spindelbaummotte. Die Raupen leben gesellig in Gespinnsten, mehrere Arten auf Obstbäumen. *Solenobia pineti* = *lichenella* L., *S. triquetrella* Fisch. R., Weibchen flügellos. (Fig. 594.) Die Raupen leben als „Sackträger" in kurzen Säcken. Pflanzen sich theilweise parthenogenetisch fort. *Tinea granella* L., Kornmotte, legt die Eier an Getreide. Die ausschlüpfenden Raupen, unter dem Namen „weisser Kornwurm" bekannt, fressen die Körner aus. *T. pellionella* L., Pelzmotte. *T. tapezella* L., Tapetenmotte.

Fam. *Tortricidae*, Wickler. *Tortrix viridana* L., Eichenwickler. *Grapholitha funebrana* Tr., in Pflaumen. *Gr.* (*Carpocapsa*) *pomonella* L., Apfelwickler, in Aepfeln.

Fam. *Pyralidae*, Zünsler. *Crambus pascuellus* L., *Botys urticalis* L., *Galleria mellionella* L., in Bienenstöcken. *Pyralis pinguinalis* L., Fettschabe. *Scopula frumentalis* L., Saatmotte.

2. Unterordnung. *Geometrina*, Spanner. Meist von schlankem Körperbau, mit grossen, in der Ruhe dachförmig ausgebreiteten Flügeln. Fühler borstenförmig mit verdicktem Wurzelgliede. Rüsseltaster ein- oder zweigliedrig. Die Raupen mit 10 bis 12 Füssen bewegen sich spannerartig, während sie in der Ruhe mit den Afterfüssen festsitzen. Viele sind den Obstbäumen schädlich.

Fam. *Phytometridae*. *Larentia populata* L., *Cheimatobia brumata* L., Frostschmetterling. Das Weibchen mit verkümmerten Flügeln, legt im Spätherbst die Eier an den Stamm der Obstbäume. *Hibernia defoliaria* L., grosser Frostspanner.

Fam. *Dendrometridae. Acidalia ochreata* Scop., *Geometra papilionaria* L., *Abraxas* (*Zerene*) *grossulariata* L., Harlekin.

3. Unterordnung. *Noctuina*, Eulen. Nachtschmetterlinge mit breitem, nach hinten verschmälertem Leib und düster gefärbten Flügeln. Fühler lang, borstenförmig, beim Männchen zuweilen gekämmt. Rüsseltaster zwei-, seltener dreigliedrig. Flügel in der Ruhe dachförmig. Beine lang mit stark gespornten Schienen. Die bald nackten, bald behaarten Raupen besitzen meist 16, seltener durch Verkümmerung oder Ausfall der vorderen Bauchfüsse 14 oder 12 Beine und verpuppen sich grossentheils in der Erde.

Fam. *Ophiusidae*, Ordensbänder. *Catocala paranympha* L., gelbes Ordensband. *C. fraxini* L., blaues Ordensband. *C. nupta* L. *C. sponsa* L., *C. promissa* Esp., rothe Ordensbänder.

Fam. *Plusidae*, Goldeulen. *Plusia gamma* L., *Pl. chrysitis* L.

Fam. *Agrotidae. Agrotis segetum* Tr., Saateule. *A. tritici* L., *Triphaena pronuba* L.

Fam. *Orthosiadae. Orthosia jota* L.

Fam. *Cucullidae. Cucullia verbasci* L., *C. absynthii* L.

Fam. *Acronyctidae. Acronycta psi* L., *A. rumicis* L., *Diloba coeruleocephala* L. Die Raupe ist den Obstbäumen schädlich.

4. Unterordnung. *Bombycina*, Spinner. Nachtschmetterling von plumpem Körperbau, mit dicht und oft wollig behaarter Oberfläche, mit borstenförmigen, beim Männchen gekämmten Fühlern. Die Flügel ziemlich breit, in der Ruhe dachförmig. Bei vielen wird der Rüssel rudimentär oder fällt ganz hinweg. Rüsseltaster meist zwei- oder eingliedrig. Die schwerfälligeren grösseren Weibchen fliegen wenig, um so beweglicher aber sind die oft lebhafter gefärbten Männchen. In einigen Fällen verkümmern (*Orgyia*) die Flügel im weiblichen Geschlecht, oder (*Psyche*) das Weibchen bleibt larvenförmig. Aus den Eiern, die häufig in Klumpen abgesetzt werden und mit einer wolligen Masse überkleidet sind, schlüpfen meist dicht behaarte sechzehnbeinige Raupen aus, welche sich später in vollständigen Gespinnsten über der Erde verpuppen. Die Raupen einiger Arten leben gesellschaftlich in gemeinsamen beutelartigen Gespinnsten, einige wenige (*Psychiden*) verfertigen einen Sack, in welchem sie ihren Körper verbergen. Bei diesen kommt Parthenogenese vor.

Fig. 596.

Orgyia antiqua (règne animal). *a* Männchen, *b* Weibchen.

Fam. *Euprepiadae*. Bärenspinner. Raupen sehr langhaarig, als Bärenraupen bekannt. *Euprepia caja* L., *E. plantaginis* u. z. a. A.

Fam. *Liparidae. Liparis monacha* L., Raupe auf Laub- und Nadelholz sehr schädlich. *L. dispar* L., *Orgyia antiqua* L., Weibchen flügellos. (Fig. 596.) *O.* (*Dasychira*) *pudibunda* L.

Fam. *Notodontidae. Notodonta ziczac* L., *N. dromedarius* L., *Cnethocampa processionea* L., Processionsraupe auf Eichen. *Harpyia vinula* L., Gabelschwanz. Raupen mit Kehldrüsen und zwei vorstreckbaren Afterfäden.

Fam. *Bombycidae. Gastropacha quercifolia* L., Kupferglucke. *G. potatoria* L., *G. rubi* L., *G. pini* L., *Clisiocampa neustria* L., Ringelspinner. *Bombyx mori* L., Seidenspinner, ursprünglich in Südasien heimisch, wird jetzt auch im südlichen Europa und China zur Gewinnung der Seide ge-

züchtet. Die Raupe, Seidenwurm, lebt von den Blättern des Maulbeerbaumes. (Krankheit der Seidenraupe, Muscardine, *Botrytis Bassiana.*)

Fam. *Saturnidae. Saturnia pyri* Borkh., grosses Nachtpfauenauge. *S. carpini, spini* Borkh., mittleres und kleines Nachtpfauenauge. *Attacus cynthia, Yamamai, cecropia* werden zur Gewinnung von Seide gezüchtet. *Aglia tau* L.

Fam. *Psychidae.* Die Raupen tragen Säckchen mit sich herum und verpuppen sich in denselben. *Psyche atra* L., *Ps. helix* L., Säcke spiralig gewunden, mit einer zweiten seitlichen Oeffnung, in beiden Geschlechtern verschieden. (Fig. 593.) *Fumea nitidella* Hb.

Fam. *Zygaenidae. Zygaena filipendulae* L., *Z. lonicerae* Esp.

Fam. *Cossidae.* Die Raupen leben meist im Marke von Pflanzen. *Cossus ligniperda* Fabr., *Zeuzera aesculi* L., *Hepialus humuli* L., Raupe in Hopfenwurzeln.

5. Unterordnung. *Sphingina*, Schwärmer. Mit langgestrecktem, am Ende zugespitztem Leib, mit meist sehr langem Rollrüssel und rudimentärem eingliedrigen Taster. Vorderflügel schmal und lang. Hinterflügel kurz. Die kurzen Fühler sind in der Regel an der Spitze verdünnt. Die Flügel liegen in der Ruhe dem Körper horizontal auf und besitzen stets ein Retinaculum. Die platten, mit einem Afterhorn versehenen Raupen haben 16 Beine und verpuppen sich in der Erde. Die Schwärmer fliegen in der Dämmerung, einige auch am Tage (*Macroglossa*).

Fam. *Sesiadae.* Hymenopteren-ähnlich mit glashellen Flügeln. *Sesia (Trochilium) apiformis* L. (Fig. 145 *a*), *S. bembeciformis* Hb.

Fam. *Sphingidae. Macroglossa stellatarum* L., Taubenschwanz. *Sphinx elpenor* L., *S. porcellus* L., Weinschwärmer. *S. Nerii*, Oleanderschwärmer. *S. convolvuli* L., Windig. *Acherontia atropos* L. Todtenkopf. Raupe auf Kartoffeln. *Smerinthus populi* L., Pappelschwärmer. *S. tiliae* L. Lindenschwärmer. *S. ocellatus* L., Abendpfauenauge.

6. Unterordnung. *Rhopalocera*, Tagfalter. Schmetterlinge von schlanker Körperform mit meist lebhaft gefärbten Flügeln. Fühler kenlenförmig oder am Ende geknöpft. Rüsseltaster ganz verkümmert, eingliedrig. Beine dünn. Schienen der Vorderbeine verkürzt, zuweilen verkümmert. Die Falter fliegen am Tage und tragen in der Ruhe die Flügel aufrecht, oft zusammengeschlagen. Die sechzehnfüssigen Raupen sind nackt oder mit Dornen und Haaren besetzt und bilden sich meist frei ohne Cocon und mit Fäden an fremden Gegenständen befestigt in die oft metallisch glänzende bucklige Puppe um.

Fam. *Hesperidae. Hesperia comma* L., *H. sylvanus* Schn.

Fam. *Lycaenidae* (*Polyommatidae*), Bläulinge. *Polyommatus Arion* L., *P. Damon* Fabr., *P. virgaureae* L., *Thecla rubi* L., *T. quercus* L., *T. betulae* L.

Fam. *Satyridae. Satyrus Briseis* L., *S. Hermione* L., *Erebia* (*Hipparchia* Fabr.), *Janira* L. u. a. A.

Fam. *Nymphalidae.* Raupen mit dornigen Auswüchsen, selten feinhaarig, die Puppe hängt am After befestigt. *Apatura iris* L., Schillerfalter. *Limenitis populi* L., Eisvogel. *Vanessa prorsa* L. (*V. levana* ist die Frühlingsgeneration). (Fig. 597.) *V. cardui* L., Distelfalter. *V. atalanta* L., Admiral. *V. antiopa* L.,

a Fig. 597. *b*

Vanessa levana. Weibchen. *a* Winterform, *b* Sommerform (*prorsa*). Nach Weismann.

Trauermantel. *V. io* L., Tagpfauenauge. *V. urticae* L., kleiner Fuchs. *Argynnis paphia* L., *A. aglaia* L., Perlmutterfalter. *Melitaea cinxia* L.

Fam. *Pieridae*, Weisslinge. *Pieris crataegi* L., der Heckenweissling. *P. brassicae* L., Kohlweissling. *P. napi* L., *P. rapae* L., *P. cardamines* L., Aurorafalter. *Colias hyale* L., *C.* (*Gonopteryx* Leach.) *rhamni* L., Citronenvogel. Hier schliesst sich die Familie der *Heliconiidae* an. (Fig. 144 *b*.)

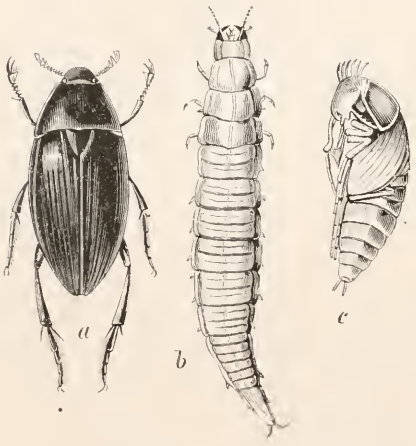
Fam. *Equitidae*. *Papilio Podalirius* L., Segelspitze. *P. Machaon* L., Schwalbenschwanz. *Doritis Apollo* L. Die Weibchen tragen am Hinterende einen taschenförmigen Anhang (Begattungszeichen v. Siebold). *Thais Polyxena* Ochsh.

10. Ordnung. **Coleoptera**[1]**, Käfer.**

Insecten mit kauenden Mundwerkzeugen und hornigen Vorderflügeln (*Flügeldecken*), *mit frei beweglichem Prothorax und vollkommener Metamorphose.*

Die Hauptcharaktere dieser umfangreichen, aber ziemlich scharf umgrenzten Insectengruppe beruhen auf der Bildung der Flügel, von denen die vorderen als Flügeldecken (*Elytra*) in der Ruhe die häutigen der Quere und Länge nach zusammengelegten Hinterflügel bedecken und dem Hinterleibe horizontal aufliegen. (Fig. 598.) Letztere dienen ausschliesslich zum Fluge, während die Vorderflügel, zu Schutzwerkzeugen umgebildet, in Form und Grösse gewöhnlich dem weichhäutigen Rücken des Hinterleibes angepasst sind, von dem zuweilen das letzte Segment bei *abgestutzten*, oder auch mehrere Segmente (*Staphylinen*) bei *abgekürzten* Flügeln unbedeckt bleiben. In der Regel schliessen in der Ruhe die geradlinigen Innenränder beider Flügeldecken unterhalb des Schildchens dicht aneinander, während sich die Aussenränder um die Seiten des Hinterleibes umschlagen. Zuweilen verwachsen die inneren Flügelränder untereinander, so dass das Flugvermögen aufgehoben wird. Selten fehlen die Flügel vollständig. Der zuweilen freie, in der Regel aber in den frei beweglichen Prothorax eingesenkte Kopf trägt sehr mannigfach gestaltete, meist eilfgliedrige Fühler, welche im männlichen Geschlechte eine ansehnliche Grösse und bedeutende Oberfläche besitzen.

Fig. 598.

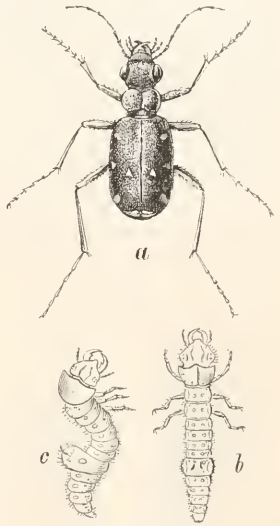


Hydrophilus piceus (règne animal). *a* Käfer, *b* Larve, *c* Puppe.

[1]) W. E. Erichson, Zur systematischen Kenntniss der Insectenlarven. Archiv für Naturgesch., Tom. VII, VIII und XIII. Th. Lacordaire, Genera des Coléoptères. Paris, 1854—1866. L. Redtenbacher, Fauna Austriaca, die Käfer. 3. Aufl. Wien, 1873. Gemminger und Harold, Catalogus Coleopterorum etc. München, 1868. Kowalevski, l. c. Entwicklungsgeschichte des Hydrophilus etc.

Nebenaugen fehlen mit seltenen Ausnahmen. Die Facettenaugen werden dagegen nur bei einigen blinden Höhlenbewohnern vermisst. Die Mundtheile sind beissend und kauend. Die Kiefertaster sind gewöhnlich viergliedrig, die Lippentaster dreigliedrig, bei den Raubkäfern erhalten jedoch auch die äusseren Kieferladen eine tasterartige Form und Gliederung. Die durch Reduction ihrer Theile vereinfachte Unterlippe verlängert sich selten zu einer getheilten Zunge. Der umfangreiche Prothorax (*Halsschild*) lenkt sich dem meist schwachen Mesothorax freibeweglich ein; an ihm sowohl wie an den übrigen Brustringen rücken die Pleurae auf die Sternalfläche. Die höchst verschieden gestalteten Beine enden am häufigsten mit fünfgliedrigen, selten viergliedrigen Tarsen. Selten ist der Fuss aus einer geringeren Gliederzahl zusammengesetzt und ein- bis dreigliedrig. Der Hinterleib schliesst sich mit breiter Basis dem Metathorax an und besitzt stets eine grössere Zahl von Rückenschienen als Bauchschienen, von denen einzelne mit einander verschmelzen können. Die kleineren Endsegmente liegen meist eingezogen in den vorhergehenden verborgen.

Fig. 599.



a Cicindela campestris, b, c Larven derselben mit den beiden Rückenhaken am fünften Abdominalsegmente (règne animal).

Das Nervensystem der Käfer weicht durch die grössere oder geringere Concentration des Bauchmarkes nach mehreren Richtungen auseinander. Auf das untere Schlundganglion folgen zwei oder drei Thoracalganglien, in deren hinteren Abschnitt auch ein oder zwei abdominale Ganglien eingeschmolzen sind. Im Abdomen erhält sich meist eine Reihe von Ganglien (2 bis 7) gesondert (Fig. 96); doch können auch alle zu einer länglichen Masse verschmolzen oder in die Brustganglien eingezogen sein. Der lange gewundene Darmcanal erweitert sich bei den fleischfressenden Käfern zu einem Kaumagen, welchem der zottige Chylusdarm folgt. (Fig. 537.) Die Zahl der Malpighi'schen Gefässe beschränkt sich wie bei den Schmetterlingen auf vier oder sechs. Beim Weibchen vereinigen sich zahlreiche Eiröhren unter sehr verschiedener Anordnung, und am Ausführungsapparat tritt oft eine Begattungstasche auf. Die Männchen besitzen einen umfangreichen hornigen Penis, welcher während der Ruhe in den Hinterleib eingezogen ist und mittelst eines kräftigen Muskelapparates vorgestülpt wird. Männchen und Weibchen sind leicht durch die Form und Grösse der Fühler, sowie durch die Bildung der Tarsalglieder und durch besondere Verhältnisse der Grösse, Körperform und Färbung zu unterscheiden.

Die Larven besitzen fast durchweg beissende Mundwerkzeuge, selten Saugzangen und ernähren sich, in der Regel verborgen und dem Lichte entzogen, unter den verschiedensten Bedingungen, meist in ähnlicher Weise wie die ausgebildeten Insecten. Dieselben sind entweder madenförmig ohne Füsse,

aber mit deutlich ausgebildetem Kopf (*Curculioniden*), oder besitzen ausser den drei Beinpaaren der Brust auch noch Stummel an den letzten Hinterleibsringen. Manche Larven, wie die der *Cicindelen*, haben einen eigenthümlichen Greifapparat zum Erfassen der Beute. (Fig. 599.) Anstatt der noch fehlenden Facettenaugen treten Ocellen in verschiedener Zahl und Lage auf. Einige Käferlarven leben wie die Larven von Dipteren und Hymenopteren parasitisch und nähren sich im Innern der Bienenwohnungen von Eiern und Honig (*Meloë*, *Sitaris*). (Fig. 603.) Die Puppen der Käfer, welche entweder aufgehängt und befestigt sind oder auf der Erde oder in Höhlungen liegen, lassen die Gliedmassen frei hervorstehen.

Fossile Coleopteren finden sich schon im Steinkohlengebirge, besonders zahlreich aber im Bernstein.

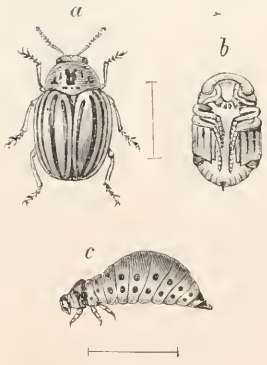
1. Tribus. *Cryptotetramera* = *Pseudotrimera*. Die Tarsen setzen sich aus vier Gliedern zusammen, von denen ein Glied rudimentär bleibt; sie wurden von Latreille für dreigliedrig gehalten.

Fam. *Coccinellidae*, Marienwürmchen. *Coccinella septempunctata* L. Die Larven leben von Aphiden. *Chilocorus bipustulatus* L.

Fam. *Endomychidae*, Pilzkäfer, *Endomychus coccineus* L., *Lycoperdina succincta* L.

2. Tribus. *Cryptopentamera* = *Pseudotetramera*. An den fünfgliedrigen Tarsen ist ein Glied verkümmert und versteckt.

Fig. 600.



Doryphora decemlineata nach Gerstaecker. *a* Käfer, *b* Puppe, *c* Larve.

Fig. 601.

Larve von *Cerambyx heros*, nach Ratzeburg.

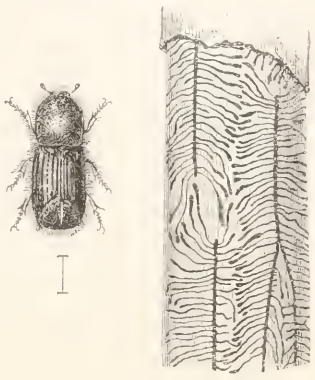
Fam. *Chrysomelidae*, Blattkäfer. Die meist lebhaft gefärbten Käfer leben von Blättern. Ihre Larven sind von walziger, gedrungener Körperform, sehr allgemein mit Warzen und dornigen Erhebungen besetzt und besitzen stets wohlentwickelte Beine. Sie ernähren sich ebenfalls von Blättern, in deren Parenchym einige (*Hispa*) miniren, und haben zum Theil die Eigenthümlichkeit, ihre Excremente zur Verfertigung von Hüllen und Gehäusen zu benützen, die sie mit sich umhertragen (*Clythra*, *Cryptocephalus*). Vor der Verpuppung befestigen sie sich meist mit ihrem Hinterende an Blättern. *Cassida equestris* Fabr., *Hispa atra* L., *Haltica oleracea* Fabr., schädlich, auf Kohlblättern. *Agelastica alni* L., *Lina populi* L., *Chrysomela varians* Fabr., *Doryphora decemlineata* Laq., Coloradokäfer, an Kartoffeln. (Fig. 600.)

Fam. *Cerambycidae*, Bockkäfer (*Longicornia*). Einige (*Lamia*) erzeugen durch Reiben des Kopfes am Prothorax ein eigenthümliches Geräusch. Die langgestreckten madenförmigen Larven besitzen einen hornigen Kopf mit kräftigen Mandibeln, aber kleinen Fühlern und entbehren meist der Ocellen und Beine. (Fig. 601.) Sie leben im Holz, bohren Gänge in demselben und richten zuweilen starken Schaden an. *Saperda carcharias* L., *Lamia textor* L., *Aromia moschata* L., Moschusbock. *Rosalia alpina* L., *Cerambyx heros* Scop., *C. cerdo* Fabr., *Prionus coriarius* Fabr.

Fam. *Bostrychidae*, Borkenkäfer. Von geringer Grösse und walziger Körperform. Die Larven sind gedrungen walzig, ohne Beine, mit stellvertretenden behaarten Wülsten,

denen der Curculioniden ähnlich. Käfer und Larven bohren Gänge im Holz, von dem sie sich ernähren. Sie leben stets gesellig und gehören zu den gefürchtetsten Verwüstern der Nadelholzwaldungen. Sehr eigenthümlich ist der für die einzelnen Arten charakteristische und die Lebensweise bezeichnende Frass in der Rinde. Beide Geschlechter begegnen sich in den oberflächlichen Gängen, welche das Weibchen nach der Begattung fortführt und verlängert, um in denselben die Eier in besonderen ausgenagten Grübchen abzulegen. Die ausschlüpfenden Larven fressen sich dann seitliche Gänge aus, die mit der wachsenden Grösse der Larve und der weiteren Entfernung vom Hauptgang breiter werden und der Innenseite der Rinde die charakteristische Sculptur verleihen. *Bostrychus chalcographus* L., *B. typographus* L., unter der Rinde von Fichten. (Fig. 602.) *B. stenographus* Duft.

Fig. 602.



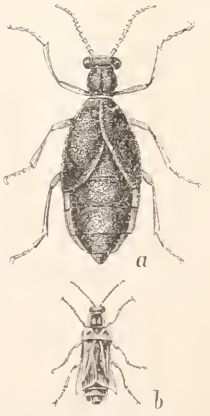
a Bostrychus typographus, b Stammabschnitt einer Fichte mit Bohrgängen von *Bostrychus typographus*, nach Altum.

Fam. *Curculionidae*, Rüsselkäfer. Vorderkopf rüsselförmig verlängert. Die Larven sind walzenförmig, ohne oder mit sehr rudimentären Beinen und Ocellen und nähren sich fast ausnahmslos phytophag, und zwar unter den verschiedensten Verhältnissen, die einen im Innern von Knospen und Früchten, die anderen unter der Rinde oder auf Blättern oder im Holze. *Calandra granaria* L., in Getreide, als schwarzer Kornwurm bekannt. *Balaninus nucum* L., *Hylobius abietis* Fabr., *Apion frumentarium* L. Hier schliesst sich an: *Bruchus pisi* K.

3. Tribus. *Heteromera.* Die Füsse der beiden vorderen Beinpaare sind aus fünf, des hinteren aus vier Tarsalgliedern gebildet.

Fam. *Oedemeridae*. *Oedemera virescens* L.

Fig. 603.



a Meloë violaceus, b Sitaris humeralis (règne animal).

Fam. *Meloidae* (*Cantharidae*). Werden wegen der blasenziehenden Eigenschaft ihrer Säfte zur Bereitung von Vesicantien benutzt. Die Larven leben theils parasitisch an Insecten, theils frei unter Baumrinde und durchlaufen theilweise eine complicirte, von Fabre als Hypermetamorphose bezeichnete Verwandlung, indem sie zuerst drei Beinpaare besitzen, dieselben dann in späteren Stadien verlieren und eine walzige Körperform erhalten. (Fig. 562.) *Meloë* L. Die Käfer leben im Grase und lassen bei der Berührung eine scharfe Flüssigkeit zwischen den Gelenken der Beine austreten. Die ausgeschlüpften Larven kriechen an Pflanzenstengeln empor, dringen in die Blüthen von Asclepiadeen, Primulaceen etc. ein und klammern sich an den Leib von Bienen fest (*Pediculus melittae* Kirby), um auf diesem in das Bienennest getragen zu werden, in welchem sie sich vorwiegend von Honig ernähren. *M. proscarabaeus* L., *M. violaceus* Marsh. (Fig. 603 *a*), *Lytta* (*Cantharis* Geoffr.) *vesicatoria* L., spanische Fliege. *Sitaris humeralis* Fabr., Südeuropa. (Fig. 603 *b*.)

Fam. *Rhipiphoridae*. Die Larven leben in Wespennestern (*Metoecus*) oder im Hinterleibe von Schaben (*Rhipidius*). *Rhipiphorus bimaculatus* Fabr., *Metoecus* Gerst., *Rhipidius blattarum* Sundv.

Fam. *Cistelidae*. *Cistela fulvipes* Fabr., *C. murina* L.

Fam. *Tenebrionidae*. *Tenebrio molitor* L., Larve als Mehlwurm bekannt. *Blaps mortisaga* L.

4. Tribus. *Pentamera*. Mit vorherrschend fünfgliedrigen Tarsen.

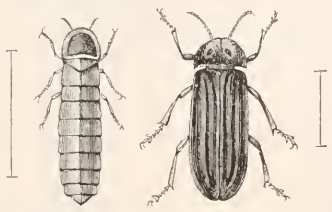
Fam. *Xylophaga*. Füsse zuweilen noch viergliedrig. Die Larven ernähren sich theils von todten thierischen Stoffen, theils bohren sie im Holze cylindrische horizontale Gänge und sind sowohl hölzernen Geräthschaften und Baumaterial, als lebenden Gehölzen verderblich. *Lymexylon navale* L., auf Schiffswerften im Eichenholz. *Anobium pertinax* L., Todtenuhr, erzeugt im Holz ein tickendes Geräusch. *Ptinus fur* L., *Pt. rufipes* Fabr.

Fam. *Cleridae*. Die bunt gefärbten Larven leben unter der Rinde grösstentheils von anderen Insecten. *Clerus formicarius* L., *Trichodes apiarius* L. Die Larve schmarotzt in Bienenstöcken.

Fam. *Malacodermata*. Käfer mit weicher, lederartiger Haut. *Malachius aeneus* Fabr., *Cantharis* (*Telephorus*) *violacea* Payk., *C. fusca* L., *Lampyris* Geoffr., Johanniswurm. Weibchen ungeflügelt oder nur mit zwei kleinen Schuppen. Im Hinterleibe finden sich Leuchtorgane. *L. Noctiluca* L. (Fig. 604), *L. splendidula* L. Weibchen mit zwei kleinen Schuppen anstatt der Flügeldecken.

Fam. *Elateridae*. Schnell- oder Springkäfer. Der langgestreckte Leib zeichnet sich durch die sehr freie Gelenkverbindung zwischen Pro- und Mesothorax, sowie durch den Besitz eines Stachels am Prothorax aus, welcher in eine Grube der Mittelbrust passt. Beide Einrichtungen befähigen den auf dem Rücken liegenden Käfer zum Emporschnellen. Die Larven leben unter Baumrinde vom Holze, theilweise aber auch in den Wurzeln des Getreides und der Rüben und können sehr schädlich werden. *Agriotes lineatus* L., *Lacon murinus* L., *Elater sanguineus* L., *Pyrophorus noctilucus* L., auf Cuba, mit blasig aufgetriebener leuchtender Vorderbrust.

Fig. 604.



Lampyris noctiluca (règne animal). *a* Männchen, *b* Weibchen.

Fig. 605.

Larve von *Melolontha vulgaris*, nach Ratzeburg.

Fam. *Buprestidae*, Prachtkäfer. Körper langgestreckt, nach hinten zugespitzt, oft lebhaft gefärbt und metallisch glänzend. Die langgestreckten wurmförmigen Larven entbehren der Ocellen und in der Regel auch der Beine und besitzen eine sehr verbreiterte Vorderbrust. Sie leben ähnlich wie die Cerambycidenlarven, denen sie überhaupt gleichen, im Holze und bohren flache ellipsoidische Gänge. *Trachys minuta* L., *Agrilus biguttatus* Fabr., *Buprestis rustica* Fabr., *B. flavomaculata* Fabr.

Fam. *Lamellicornia*, Blatthornkäfer. Die Fühlerhörner sind sieben- bis eilfgliedrig, mit grossem Basalgliede und fächerförmig verbreiterten (drei bis sieben) Endgliedern. (Fig. 527 *i*.) Bei vielen sind die Vorderbeine zum Graben eingerichtet. Die weichhäutigen Larven mit hornigem Kopfe und gekrümmtem Bauche, mit mittellangen Beinen und sackförmig erweitertem Hinterleibsende, nähren sich theils von Blättern und Wurzeln, theils von putrescirenden pflanzlichen und animalen Substanzen und verpuppen sich nach zwei- bis dreijähriger Lebensdauer in einem Cocon unter der Erde. *Lucanus cervus* L., Hirschkäfer, Schröter. Larve im Mulm alter Eichen. Der Käfer nährt sich von dem ausfliessenden Saft der Eiche. *Dorcus parallelipipedus* L., *Copris lunaris* L., *Ateuchus sacer* L., Pillendreher. *Aphodius subterraneus* Fabr., *Geotrupes vernalis* L., *G. stercorarius* L. *Lethrus cephalotes* Fabr., den jungen Trieben des Weinstockes schädlich. *Rhizotrogus solstitialis* L., *Polyphylla fullo* L., *Melolontha vulgaris* Fabr., Maikäfer. Die Larve, als Engerling bekannt (Fig. 605), nährt sich in der ersten Jugend gesellig lebend von modernden Pflanzenstoffen, später (im zweiten und dritten Jahre) von Wurzeln, durch deren Zerstörung sie grossen Schaden anrichtet. Gegen Ende des vierten Sommers entwickelt sich meist der Käfer

aus der in einer glatten runden Höhle liegenden Puppe, verharrt aber bis zum nächsten Frühjahre in der Erde. *M. hippocastani* Fabr., *Cetonia aurata* L. *Oryctes nasicornis* L., Nashornkäfer. *Dynastes Hercules* L.

Fam. *Dermestidae*, Speckkäfer. Die Larven mit langer Haarbekleidung. *Attagenus pellio* L., Pelzkäfer. *Dermestes lardarius* L., Speckkäfer. *Anthrenus muscorum* L.

Fam. *Histeridae*, Stutzkäfer. *Hister maculatus* L., *Ontophilus striatus* Fabr.

Fam. *Silphidae*, Aaskäfer. Käfer und Larven leben von faulenden thierischen und wohl auch vegetabilischen Stoffen und legen an denselben ihre Eier ab, einige fallen selbst lebende Insecten und Larven an. Angegriffen, vertheidigen sich viele durch den Auswurf eines stinkenden Analsecretes. *Silpha thoracica* Fabr., *S. obscura* Fabr., *S. atrata* Fabr.. *Necrophorus vespillo* Fabr., *N. germanicus* Fabr., Todtengräber.

Fam. *Pselaphidae*. Leben im Dunkeln unter Steinen und in Ameisencolonien. *Pselaphus Heisei* Herbst. *Claviger testaceus* Pr.

Fam. *Staphylinidae*, Kurzdeckflügler. Mit sehr kurzen Flügeldecken. *Myrmedonia canaliculata* Fabr. Leben unter Ameisen. *Staphylinus maxillosus* L., *Omalium rivulare* Payk.

Fam. *Hydrophilidae* (*Palpicornia*). Schwimmkäfer mit kurzen keulenförmigen Fühlern und langen Maxillartastern, welche oft die Fühler überragen. Nähren sich von Pflanzen. *Hydrophilus piceus* L. (Fig. 598), *Hydrous caraboides* L., *Hydrobius fuscipes* L.

Fam. *Dytiscidae*, Schwimmkäfer. Mit fadenförmigen zehn- oder eilfgliedrigen Fühlern und breiten, mit Borsten besetzten Schwimmbeinen, von denen besonders die weit zurückstehenden Hinterbeine durch den dichten Besitz von Schwimmhaaren zum Rudern tauglich werden. Nähren sich vom Raube. *Colymbetes fuscus* L., *Dytiscus marginalis* Sturm. *Acilius sulcatus* L.

Fam. *Carabidae*, Laufkäfer. Mit eilfgliedrigen fadenförmigen Fühlern, kräftigen, zangenförmigen Mandibeln und Laufbeinen. Die langgestreckten Larven besitzen viergliedrige Fühler, vier bis fünf Ocellen jederseits, sichelförmig vorstehende Fresszangen und ziemlich lange fünfgliedrige Beine. *Harpalus aeneus* Fabr., *Brachinus crepitans* K., Bombardirkäfer. *Zabrus gibbus* Fabr. *Carabus auratus* L., *Procrustes coriaceus* L., *Calosoma sycophanta* L., Puppenräuber.

Fam. *Cicindelidae*. Mandibeln mit drei Zähnen. Die Larven graben Gänge unter der Erde, besitzen einen breiten Kopf, sehr grosse, sichelförmig gekrümmte Kiefer und tragen am Rücken des achten Leibessegmentes zwei Hornhaken zum Festhalten in dem Gange, an dessen Mündung sie auf Beute lauern. *Cicindela campestris* L. (Fig. 599.)

11. Ordnung. **Strepsiptera** [1]**, Fächerflügler.**

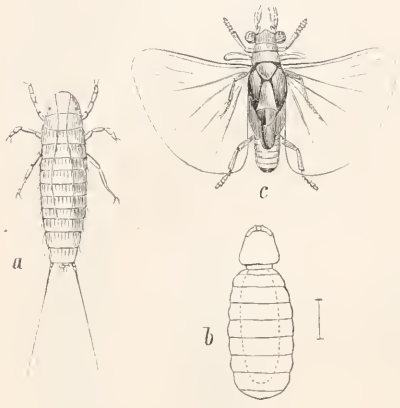
Insecten mit stummelförmigen, an der Spitze aufgerollten Vorderflügeln, grossen, der Länge nach faltbaren Hinterflügeln, rudimentären Mundwerkzeugen, im weiblichen Geschlecht ohne Flügel und Beine, als Larven im Leibe von Hymenopteren schmarotzend.

Die Mundtheile sind im geschlechtsreifen Alter verkümmert und bestehen aus zwei spitzen, übereinander greifenden Mandibeln und kleinen, mit der Unterlippe verschmolzenen Maxillen nebst zweigliedrigen Tastern. Vorderbrust und Mittelbrust bleiben sehr kurze Ringe, dagegen verlängert sich der Metathorax zu einer ungewöhnlichen Ausdehnung und überdeckt die Basis des neun-

[1]) W. Kirby, Strepsiptera, a new order of Insects. Transact. Linn. Soc., Tom. X. v. Siebold, Ueber Xenos sphecidarum und dessen Schmarotzer. Beiträge zur Naturgeschichte der wirbellosen Thiere, 1839. Derselbe, Ueber Strepsiptera. Archiv für Naturgesch., Tom. IX, 1843. Curtis, British Entomology. London, 1849.

gliedrigen Hinterleibes. Die Männchen besitzen kleine aufgerollte Flügeldecken und sehr grosse, der Länge nach fächerartig faltbare Hinterflügel. (Fig. 606.) Die augenlosen Weibchen dagegen bleiben zeitlebens ohne Flügel und Beine, einer Made ähnlich, und verlassen weder ihre Puppenhülle, noch ihren parasitischen Aufenthaltsort im Hinterleibe von Wespen und Hummeln, aus dem sie nur ihren Vorderkörper hervorstrecken. Die Männchen sollen mittelst ihres Copulationsorgans die anfangs geschlossene Rückenröhre des Weibchens bei der Begattung öffnen. Die Eierstöcke entbehren des Eileiters und verharren, wie es scheint, auf einem früheren Entwicklungsstadium, indem sie wahrscheinlich ähnlich wie die der viviparen Cecidomyialarven die Eier erzeugen. Diese fallen frei in die Leibeshöhle, werden befruchtet und entwickeln sich (möglicherweise aber auch zum Theil parthenogenetisch) zu Larven, welche durch den erwähnten Rückencanal ihren Weg nach aussen nehmen und auf Bienen- und Wespenlarven gelangen. (Fig. 606 *a*.) In diesem Zustande sind sie sehr beweglich und besitzen wie die jungen Cantharidenlarven drei wohl entwickelte Beinpaare, sowie zwei Schwanzborsten am Hinterleibe und bohren sich in den Leib der neuen Träger ein. Etwa acht Tage später verwandeln sie sich dann unter Abstreifung der Haut in eine fusslose Made von walziger Form, welche erst in der Hymenopterenpuppe zur Puppe wird und sich als solche aus dem Hinterleibe jener mit dem Kopfe hervorbohrt. Die Männchen verlassen die Puppenhülle, suchen die Weibchen auf und scheinen nur eine kurze Lebensdauer zu haben.

Fig. 606.



Stylops Childreni, nach Kirby. *a* Larve, *b* Weibchen, *c* Männchen.

Fam. *Stylopidae*. *Xenos Rossii* Kirb. (*X. vesparum* Ross.) schmarotzt in Polistes gallica. *Stylops melittae* Kirb.

12. Ordnung. **Hymenoptera** [1]**, Hautflügler.**

Insecten mit beissenden und leckenden Mundwerkzeugen, mit verwachsenem Prothorax, mit vier häutigen, nur wenig geaderten Flügeln und vollkommener Metamorphose. Larven madenförmig.

[1]) L. Jurine, Nouvelle méthode de classer les Hyménoptères et les Diptères. Tom. I, Hyménoptères. Génève, 1807. C. Gravenhorst, Ichneumologia Europaea. Vratislaviae, 1829. J. Th. C. Ratzeburg, Die Ichneumonen der Forstinsecten. 3 Bde. Berlin, 1844—1852. G. Dahlbohm, Hymenoptera Europaea, praecipue borealia. Lund, 1845. v. Siebold, Beiträge zur Parthenogenesis der Arthropoden. Leipzig, 1871. P. Breithaupt, Ueber die Anatomie und die Functionen der Bienenzunge. Archiv für Naturgesch., 52. Jahrg. 1886.

Der Körper hat in der Regel eine langgestreckte Form und besitzt einen frei beweglichen Kopf mit grossen, im männlichen Geschlechte fast zusammenstossenden Netzaugen und drei Ocellen. (Fig. 607.) Die Fühler lassen gewöhnlich ein grosses Basalglied (Schaft) und eilf bis zwölf kürzere Glieder (Geissel) unterscheiden, oder sind ungebrochen und bestehen dann aus einer grösseren Gliederzahl. Die Mundwerkzeuge sind beissend und leckend, Oberlippe und Mandibeln wie bei Käfern und Orthopteren gebildet, die Maxillen und Unterlippe dagegen verlängert, zum Lecken eingerichtet, in der Ruhe häufig knieförmig umgelegt. (Fig. 529.) Bei den Bienen kann die Zunge durch bedeutende Streckung die Form eines Rüssels annehmen; in diesen Fällen verlängern sich auch die Kieferladen in ähnlicher Ausdehnung und bilden eine Art Scheide in der Umgebung der Zunge. Die Kiefertaster sind meist sechsgliedrig, die Labialtaster dagegen nur viergliedrig, können sich aber auch auf eine geringere Gliederzahl reduciren. Der Prothorax tritt in eine feste Verbindung mit den nachfolgenden Brustringen, indem wenigstens das Pronotum mit Ausnahme der Blatt- und Holzwespen mit dem Mesonotum verschmilzt, während das rudimentäre Prosternum frei beweglich bleibt. Am Mesothorax finden sich über der Basis der Vorderflügel zwei kleine bewegliche Deckschuppen (*Tegulae*),

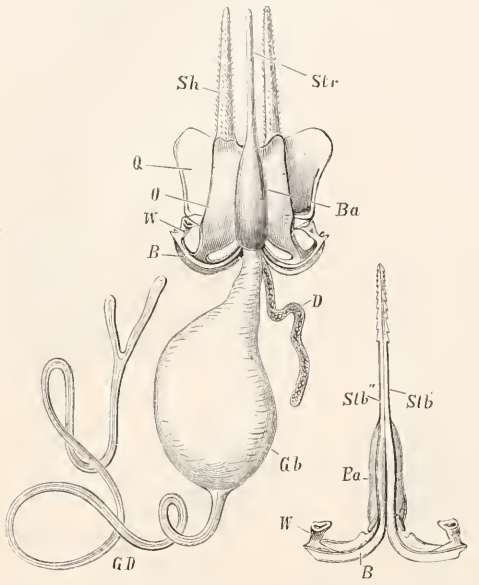
Fig. 607.

Apis mellifica. *a* Königin, *b* Arbeiterin, *c* Drohne.

und hinter dem Scutellum bildet sich der vordere Theil des Metanotum zu dem Hinterschildchen (*Postscutellum*) aus. Auch das erste Abdominalsegment wird in die Bildung des Thorax mit eingezogen, so dass die erste Bauchschiene fehlt. Beide Flügelpaare sind häutig, durchsichtig und von wenigen Adern durchsetzt, die vorderen beträchtlich grösser als die hinteren, von deren Aussenrand kleine übergreifende Häkchen entspringen, welche sich an dem unteren Rande der Vorderflügel befestigen und die Verbindung beider Flügelpaare herstellen. Zuweilen fehlen dieselben einem der beiden Geschlechter oder bei manchen gesellig lebenden Hymenopteren den Arbeitern. Die Beine besitzen fünfgliedrige, meist verbreiterte Tarsen mit langem ersten Tarsalgliede. Selten schliesst sich der Hinterleib nahezu in seiner ganzen Breite dem Thorax an (sitzend), in der Regel verengert sich das erste oder die beiden ersten Segmente des Abdomens zu einem dünnen, die Befestigung mit dem Thorax vermittelnden Stiele (gestielt). Im weiblichen Geschlechte endet der Hinterleib mit einem in der Regel eingezogenen Legestachel (*Terebra*) oder Giftstachel (*Aculeus*). Dieser entwickelt sich aus sechs Wärzchen, von denen vier der Bauchseite des vorletzten, zwei der des drittletzten Segmentes angehören. Der

Stachel (Fig. 608) besteht aus der Stachelrinne, zwei Stechborsten und zwei Stachelscheiden (nebst oblongen Platten) und liegt im Ruhezustand eingezogen. Erstere, mit ihrer Rinne nach unten gewendet, entsteht aus dem inneren Warzenpaar des vorletzten Segmentes, während die Stechborsten, welche an den Rändern der Stachelrinne laufen, dem Zapfenpaare des drittletzten Segmentes entsprechen. Uebrigens nehmen auch die Segmente selbst insofern an der Stachelbildung Antheil, als sie kräftige Stützplatten des Stachels (die quadratische Platte und Winkel) liefern.

Fig. 608.



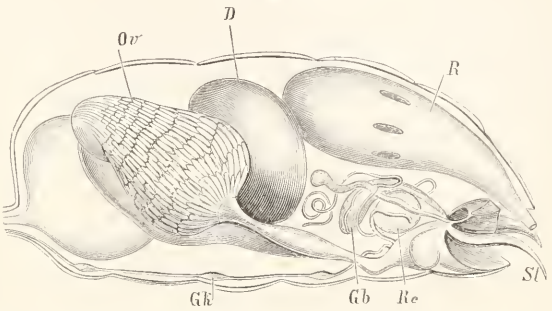
Stachelapparat der Honigbiene von der Rückenseite, nach Kraepelin. *GD* Giftdrüse, *Gb* Giftblase, *D* Schienendrüse, *Str* Schienenrinne mit den Stechborsten, *Ba* bulböse Basis der ersteren, *B* Bogen derselben, *W* Winkel, *Sh* Stachelscheide, *O* oblonge Platte, *Q* quadratische Platte, *Stb'*, *Stb''* die beiden Stechborsten an der ventralen Seite der Schienenrinne.

Das Nervensystem besteht aus einem umfangreichen, complicirt gebauten Gehirn, dem unteren Schlundganglion, zwei Brustknoten (da die Ganglien- des Meso- und Metathorax mit den vorderen Bauchganglien verschmolzen sind) und fünf bis sechs Ganglien des Hinterleibes. Der Darm erreicht häufig eine bedeutende Länge, namentlich bei denjenigen Hautflüglern, welche sich bei einer längeren Lebensdauer um die Pflege und Ernährung der Brut kümmern. Umfangreiche Speicheldrüsen sind vorhanden. (Fig. 536.) Meist erweitert sich der enge Oesophagus zu einem Saugmagen, seltener zu einem kugeligen Kaumagen (Ameisen). Die Zahl der in den Dünndarm einmündenden kurzen Malpighi'schen Gefässe ist eine beträchtliche. Im Zusammenhange mit dem ausdauernden Flugvermögen bilden die Längsstämme der Tracheen blasige Erweiterungen, von denen zwei an der Basis des Hinterleibes durch ihre Grösse hervortreten. Die weiblichen Geschlechtsorgane besitzen meist sehr zahlreiche (bis zu hundert) vielfächerige Eiröhren und ein grosses Receptaculum seminis mit Anhangsdrüse, während eine gesonderte Begattungstasche fehlt. (Fig. 609.) Da, wo ein Giftstachel auftritt, sind fadenförmige oder verästelte Giftdrüsen mit gemeinsamer Giftblase und in die Stachelscheide mündendem Ausführungsgange vorhanden. (Fig. 608.) Im männlichen Geschlechte verbinden sich mit den Samenleitern der beiden Hoden zwei accessorische Drüsen, während der gemeinsame Ductus ejaculatorius mit einem umfangreichen ausstülpbaren Penis endet.

Mit Ausnahme der Blattwespen und Holzwespen sind die Larven fusslos und leben entweder parasitisch im Leibe von Insecten (die *Pteromalinen* unter

Vorgängen einer Art Hypermetamorphose verschiedene Larvenformen durchlaufend) oder in Pflanzen, oder in Bruträumen sowohl von pflanzlichen wie von thierischen Stoffen. Jene, den Schmetterlingsraupen ähnlich, aber mit einfachem grossen Auge jederseits (Fig. 610), haben ausser den sechs Thoracalbeinen sechs bis acht Paare von Abdominalfüssen und leben frei von Blättern; diese sind madenartig, finden das Nahrungsmaterial in ihren Zellen vor, oder werden während ihres Heranwachsens gefüttert. Meist besitzen sie, wie z. B. die Larven der Bienen und Wespen, einen kleinen einziehbaren Kopf mit kurzen Mandibeln und Fressspitzen (Kiefer und Unterlippe). Dieselben entbehren der Afteröffnung, da der blindgeschlossene Magen mit dem die Malpighi'schen Gefässe aufnehmenden Enddarm nicht communicirt. Die meisten Larven spinnen sich zur Verpuppung eine unregelmässige Hülle oder einen festeren Cocon aus seidenartigen Fäden. Die der Wespen und Bienen erfahren dann bald eine Häutung (unter Entleerung ihrer Auswurfsstoffe), mit der sie jedoch erst in ein Vorstadium der Puppe, von Siebold „*Pseudonymphe*" genannt, eintreten. (Fig. 611.)

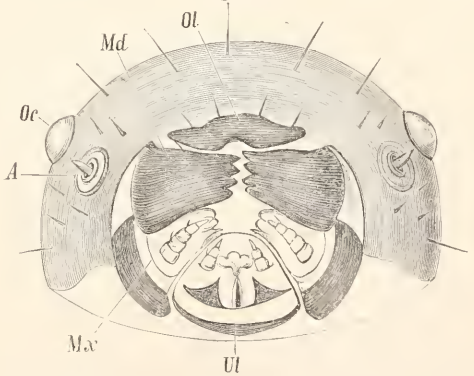
Fig. 609.



Die Eingeweide im Hinterleibe der Bienenkönigin, nach R. Leuckart. *D* Darm, *R* Rectum mit den Rectaldrüsen und After, *Gk* Ganglienkette, *Ov* Ovarium, *Rc* Receptaculum seminis, *Gb* Giftdrüsenblase, *St* Stachel.

1. Unterordnung. *Terebrantia.* Weibchen mit Legeröhre oder Legebohrer (*Terebra*), der frei am Hinterleibsende hervorsteht und zuweilen zurückgezogen werden kann.

Fig. 610.



Kopf und Mundtheile einer Tenthredine (*Lophyrus*) von vorne gesehen. *A* Antenne, *Oc* Ocelle, *Ol* Oberlippe, *Md* Mandibel, *Mx* Maxille nebst Taster, *Ul* Unterlippe nebst Taster.

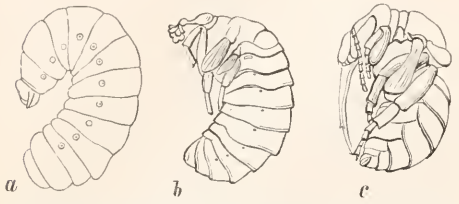
1. Tribus. *Phytophaga.* Abdomen sitzend. Trochanteren zweiringelig. Larven phytophag, raupenähnlich.

Fam. *Tenthredinidae.* Blattwespen. Hinterleib sitzend, mit kurzem Legebohrer. Die Larven selten mit drei, meist mit neun bis eilf Beinpaaren, raupenähnlich. Die Weibchen legen die Eier in die Haut von Blättern, der Stich veranlasst den Zufluss von Pflanzensäften, durch deren Imbibition das Ei an Grösse zunimmt. Die ausschlüpfenden Larven nähren sich von Blättern, leben in der Jugend oft gemeinsam in Gesellschaften und verpuppen sich in einem Cocon. Von den Raupen unterscheiden sie sich durch die grössere Zahl der Beinpaare und durch die beiden Punktaugen des hornigen Kopfes. *Lyda betulae* L.,

L. campestris Fabr., *Lophyrus pini* L., Kiefernblattwespe. *Tenthredo* (*Athalia*) *spinarum* Fabr., Larven auf Raps, selten auf Rosen. (Fig. 612.) *Nematus ventricosus* Klg., Larve auf Stachelbeeren. *Cimbex femorata* L.

Fam. *Uroceridae*, Holzwespen. Abdomen mit gespaltener erster Dorsalplatte und meist langem, frei vorstehendem Legebohrer. Die Weibchen bohren Holz an und legen

Fig. 611.



a Larve der Hummel im Stadium der Verpuppung, *b* Pseudonymphe (*Semipupa*), *c* Puppe. Nach Packard.

Fig. 612.

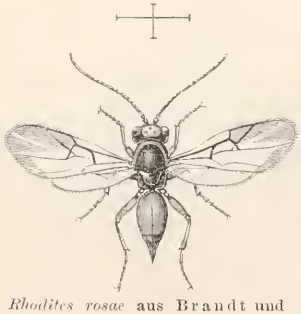
a Tenthredo (*Athalia*) *spinarum* (aus Nördlinger), Imago, *b* Larve von *Athalia*.

ihre Eier in dasselbe. Die ausschlüpfenden Larven bohren sich im Holze weiter und haben eine beträchtliche Lebensdauer. *Sirex gigas* L., Riesenholzwespe.

2. Tribus. *Gallicola*. Hinterleib gestielt. Larven fusslos und afterlos, meist in Pflanzenzellen lebend.

Fam. *Cynipidae*, Gallwespen. Thorax buckelförmig erhoben. Hinterleib meist kurz, seitlich comprimirt. Der an der Bauchseite desselben entspringende Legebohrer ist in der Regel eingezogen. Die Weibchen bohren Pflanzentheile an und veranlassen durch den Reiz einer ausfliessenden scharfen Flüssigkeit unter abnormem Zufluss von Pflanzensäften die Entstehung der als *Gallen* bekannten Auswüchse, in denen entweder eine oder zahlreiche fusslose Larven ihre Nahrung finden. Wegen des Gehaltes an Gerbsäure finden gewisse Gallen eine officinelle Verwendung, namentlich die kleinasiatischen (Aleppo) Eichengallen. Von manchen Arten sind bis jetzt nur Weibchen bekannt, deren Eier sich parthenogenetisch entwickeln. Manche Larven leben indessen auch in Dipteren und Blattläusen parasitisch. *Cynips quercus folii* L. *Rhodites rosae* L., erzeugt den Bedeguar der Rosen. (Fig. 613.) *Figites scutellaris* Latr., Parasit der Sarcophagamade.

Fig. 613.



Rhodites rosae aus Brandt und Ratzeburg

3. Tribus. *Entomophaga*. Hinterleib gestielt. Weibchen mit frei vorstehendem Legestachel. Larven fusslos und ohne After, meist in Larven anderer Insecten schmarotzend.

Fam. *Pteromalidae*. Die Larven schmarotzen in allen möglichen Insectenlarven, häufig auch in Parasiten, und durchlaufen eine complicirte, durch die Aufeinanderfolge sehr verschiedener Stadien höchst merkwürdige Metamorphose. (Fig. 564.) *Pteromalus puparum* L., *Teleas clavicornis* Latr., *Platygaster* Latr. (Fig. 564 *a—f*.)

Fam. *Braconidae*. Verfolgen vornehmlich Raupen, sowie die im absterbenden Holze lebenden Käferlarven. *Microgaster glomeratus* L., in Raupen. *Bracon impostor* Scop., *Br. palpebrator* Ratzbg.

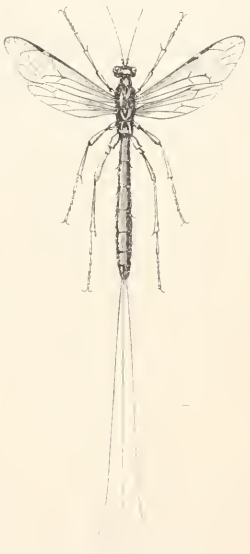
Fam. *Ichneumonidae*. *Ichneumon incubitor* L., *I.* (*Trogus*) *lutorius* Ratzbg., *Pimpla* (*Ephialtes*) *manifestator* L. (Fig. 614), *Ophion luteus* L.

Fam. *Evaniadae*. *Evania appendigaster* L., *Foenus jaculator* L.

2. Unterordnung. *Aculeata*. Mit zurückziehbarem durchbohrten Giftstachel und mit Giftdrüse im weiblichen Geschlechte. Der Hinterleib stets gestielt, die Fühler der Männchen meist dreizehngliedrig, der Weibchen zwölfgliedrig. Die Larven fusslos und ohne Afteröffnung.

Fam. *Formicidae*[1]). Ameisen. (Fig. 615.) Leben gemeinsam in Gesellschaften, welche neben den geflügelten Männchen und Weibchen kleine ungeflügelte Arbeiter mit stärkerem Prothorax in Ueberzahl enthalten. Nach der Grösse des Kopfes und der Kiefer zerfallen die letzteren zuweilen wieder in zwei Formenreihen, in Soldaten und eigentliche Arbeiter. Wie die Weibchen sind auch die Arbeiter als verkümmerte Weibchen mit einer Giftdrüse versehen, deren saures Secret (Ameisensäure) sie entweder mit Hilfe des Giftstachels entleeren oder beim Mangel des letzteren in die von den Mandibeln gemachte Wunde einspritzen. Die Bauten der Ameisen bestehen aus Gängen und Höhlungen, welche in morschen Bäumen, in der Erde oder in hügelartig aufgetragenen Haufen angelegt sind. Wintervorräthe werden in diese Räume nicht eingetragen, da die Arbeiterameisen, die mit den Königinnen allein in der Tiefe ihrer Wohnungen überwintern, in eine Art Winterschlaf verfallen. Im Frühjahre finden sich neben den Arbeitern Königinnen, aus deren Eiern Larven hervorgehen, welche von den Arbeitern sorgfältig gepflegt, gefüttert und vertheidigt werden. Dieselben verwandeln sich in eiförmigen Cocons zu Puppen (Ameiseneiern) und entwickeln sich theils zu Arbeitern, theils zu den geflügelten Geschlechtsthieren, die bei uns früher oder später im Laufe des Sommers erscheinen und sich im Fluge begatten. Nach der Begattung gehen die Männchen zu Grunde, die Weibchen aber verlieren die Flügel und werden von den Arbeitern in die Bauten zur Eierablage zurückgetragen oder gründen auch mit einem Theile der Arbeiter neue Gesellschaften. In den Tropengegenden unternehmen die Ameisen in ungeheuren Schaaren gemeinsame Wanderungen und können zu einer wahren Plage werden, wenn sie, in die Häuser eindringend, alles Essbare zerstören. Besonders schädlich sind manche Formen (*Oecodoma*-Arten) dadurch, dass sie junge Bäume und Pflanzen entlauben. Nützlich aber erweisen sich einige Formen sowohl durch die Kämpfe mit den Termiten, als durch Zerstörung anderer schädlicher Insecten, wie Blattiden, selbst in den Wohnungen des Menschen. Viele Arten, insbesondere der Gattung *Eciton*, sind Raubameisen und überfallen andere Ameisencolonien. Gewisse Arten sollen sich in Kämpfe mit fremden Ameisenstaaten einlassen, deren Brut rauben und zur Dienstleistung in ihren eigenen Bauten erziehen (Amazonenstaaten, *F. rufa*, *rufescens*). Unbestreitbar ist die relativ hohe Lebensstufe, über welche die eingehenden Beobachtungen P. Huber's manchen Aufschluss gegeben haben. Die Ameisen halten sich Blattläuse gewissermassen als zu melkende Kühe, tragen Vorräthe in ihre Wohnungen, ziehen in geordneten Colonnen in den Kampf aus und opfern ihr Leben todesmuthig für die Gesammtheit. Im Contraste zu den Raubzügen der Sclavenstaaten stehen die freundschaftlichen Beziehungen der Ameisen zu anderen Insecten, welche als Myrmecophilen in den Ameisenbauten sich aufhalten (Larven

Fig. 614.



Pimpla manifestator (règne animal).

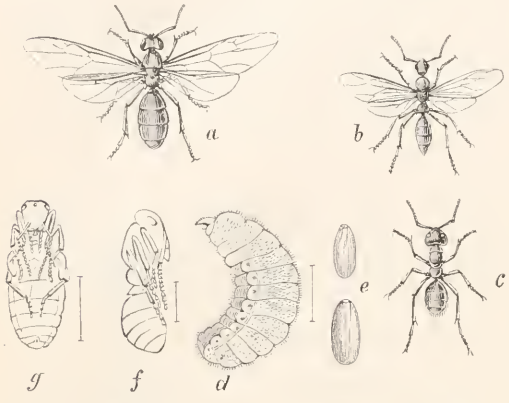
[1]) P. Huber, Recherches sur les moeurs de Fourmis indigènes. Génève, 1810. Latreille, Histoire naturelle des Fourmis. Paris, 1802. A. Forel, Les Fourmis de la Suisse. Zürich, 1874.

von *Cetonia, Myrmecophila* etc.). *Formica herculanea* L. (Fig. 615), *F. rufa* L., *Myrmica rubra* L. Mit Giftstachel. *Eciton* Latr.

Fam. *Chrysididae*, Goldwespen. Die Weibchen legen ihre Eier in die Nester anderer Hymenopteren, namentlich von Grabwespen, mit denen sie bei dieser Gelegenheit Kämpfe zu bestehen haben. *Chrysis ignita* L.

Fam. *Heterogyna* (*Mutillidae*, *Scoliadae*). Männchen und Weibchen in Form, Grösse und Fühlerbau sehr verschieden. Die Weibchen, mit verkürzten Flügeln oder flügellos, leben solitär und legen ihre Eier an anderen Insecten oder in Bienennestern ab, ohne sich um die Ernährung und Pflege der Brut zu kümmern. *Mutilla europaea* L. *Scolia hortorum* Fabr. Die Larve lebt an der des Nashornkäfers parasitisch.

Fig. 615.



Formica (*Camponotus*) *herculanea*. *a* Weibchen, *b* Männchen, *c* Arbeiterin, *d* Larve von *Formica rufa*, *e* Puppe mit Gehäuse, sogenanntes Ameisenei, *f*, *g* Puppe aus dem Gehäuse befreit.

Fam. *Fossoria*[1]), Grabwespen. Solitär lebende Hymenopteren mit ungebrochenen Fühlern und verlängerten Beinen, deren Schienen mit langen Dornen und Stacheln bewaffnet sind. Die Weibchen, von Honig und Pollen lebend, graben Gänge und Röhren meist im Sande und in der Erde, jedoch auch in trockenem Holze, und legen am Ende derselben ihre Brutzellen an, welche je mit einem Ei und thierischem Nahrungsmaterial für die ausschlüpfende Larve besetzt werden. Einige (*Bembex*) tragen den in offenen Zellen heranwachsenden Larven täglich frisches Futter zu, andere haben in der geschlossenen Zelle so viele Insecten angehäuft, als die Larve zur Entwicklung braucht. Im letzteren Falle sind die herbeigetragenen Insecten nicht vollends getödtet, sondern blos durch einen Stich in das Bauchmark gelähmt. Meist erbeuten die einzelnen Arten ganz bestimmte Insecten (Raupen, Curculioniden, Buprestiden, Acridier etc.), die sie in höchst überraschender Weise bewältigen und lähmen. *Cerceris buprestidicida* geht z. B. auf Raub von *Buprestis* aus, während *C. Dufourii* den *Cleonus ophthalmicus* wählt. Die Grabwespe ergreift den Kopf des Käfers mit den Mandibeln und senkt den Giftstachel zwischen die Einlenkungsstelle des Prothorax in die Ganglien der Brust ein. *Sphex flavipennis*, welche dreizellige Räume am Ende eines 2—3 Zoll langen horizontalen Ganges anlegt, geht auf Raub von Gryllen, *Sphex albisecta*, auf Erbeutung von *Oedipoda*-Arten aus. *Ammophila holosericea* versorgt jede ihrer Brutzellen mit vier bis fünf Raupen, *A. sabulosa* und *argentata* nur mit einer sehr grossen Raupe, welche durch einen Stich in ein mittleres fussloses Körpersegment gelähmt worden ist. *Pompilus viaticus* L., *Cerceris arenaria* L. (Fig. 616.) *Ammophila sabulosa* L., *Crabro cribrarius* L. *Sphex* Fabr.

Fig. 616.

Cerceris arenaria (règne animal).

[1]) Fabre, Observation sur les moeurs des Cerceris, sowie Études sur l'instinct et les métamorphoses des Sphégiens. Ann. des sc. nat., IVe sér., Tom. IV und VI.

Fam. *Vespidae*[1]), Faltenwespen. Mit schlankem glatten Leibe und schmalen, der Länge nach zusammenfaltbaren Vorderflügeln. Leben bald in Gesellschaften, bald solitär, im ersteren Falle sind auch die Arbeiter geflügelt. Die Weibchen der solitär lebenden Wespen bauen ihre Brutzellen im Sande, auch an Stengeln von Pflanzen aus Sand und Lehm und füllen sie sehr selten mit Honig, in der Regel mit herbeigetragenen Insecten, namentlich Raupen und Spinnen, wodurch sie sich in ihrer Lebensweise den Grabwespen anschliessen. Die gesellschaftlich vereinigten Wespen nähern sich in der Organisation ihres Zusammenlebens den Bienen. Ihre Nester bauen sie aus zernagtem Holze, welches sie zu papierartigen Platten verarbeiten und zur Anlage regelmässig sechseckiger Zellen verkleben. Entweder werden die aus einer einfachen Lage aneinandergefügter Zellen gebildeten Waben frei an Baumzweigen oder in Erdlöchern und hohlen Bäumen aufgehängt, oder mit einem gemeinsamen blättrigen Aussenbau umgeben, an dessen unterer Fläche das Flugloch bleibt. In diesem Falle besteht der Innenbau häufig aus mehreren wagrecht aufgehängten Waben, welche wie Etagen übereinander liegen und durch Strebepfeiler verbunden sind. Die Oeffnungen der sechseckigen, vertical gestellten Zellen sind nach unten gerichtet. Die Anlage eines jeden Wespenbaues wird im Frühjahre von einem einzigen, im Herbste des verflossenen Jahres befruchteten und überwinterten Weibchen angelegt, welches im Laufe des Frühjahrs und Sommers Arbeiter erzeugt, die ihm bei der Vergrösserung des Baues und bei der Erziehung der Brut zur Seite stehen und von denen nicht selten auch die grösseren im Laufe des Sommers erzeugten Formen an der Eierlage sich betheiligen und parthenogenetisch (zu männlichen Wespen) sich entwickelnde Eier legen. Die Larven werden mit zerkauten Insecten gefüttert und verwandeln sich in einem zarten Gespinnst innerhalb der zugedeckelten Zellen in die Puppen. Die ausgebildeten Thiere nähren sich in der Regel von süssen Substanzen und Honigsäften, die sie auch gelegentlich eintragen sollen (*Polistes*). Erst im Spätsommer treten Weibchen und Männchen auf, welche sich im Fluge hoch in der Luft begatten. Die letzteren gehen bald zu Grunde, wie sich überhaupt der gesammte Wespenstaat im Herbste auflöst; die befruchteten Weibchen dagegen überwintern unter Steinen und Moos, um im nächsten Jahre einzelne neue Staaten zu gründen. *Odynerus parietum* L. *Polistes gallica* L. Nester ohne Umhüllungsblätter, aus einer gestielten Wabe bestehend. Die überwinterte befruchtete Wespe erzeugt nach v. Siebold anfangs nur weibliche Nachkommen, deren Eier unbefruchtet bleiben und sich parthenogenetisch zu Männchen entwickeln. *Vespa crabro* L., Hornisse. (Fig. 617.) *V. vulgaris* L.

Fig. 617.

Vespa crabro

Fam. *Apidae*[2]). Bienen. Schienen und Tarsen besonders der Hinterbeine verbreitert, das erste Tarsalglied vornehmlich der Hinterbeine an der Innenseite bürstenförmig behaart (Fersenbürste). Vorderflügel nicht zusammenfaltbar. Leib behaart. Die Haare an den Hinterbeinen oder am Bauch als Sammelapparat des Pollen dienend (Schienensammler oder Bauchsammler). Die Unterlippe und Unterkiefer erreichen oft eine sehr bedeutende Länge. Letztere legen sich scheidenförmig um die Zunge und haben nur rudimentäre Taster. Die Bienen leben sowohl solitär als in Gesellschaften und legen ihre Nester in Mauern, unter der Erde und in hohlen Bäumen an und füttern ihre Larven mit Honig

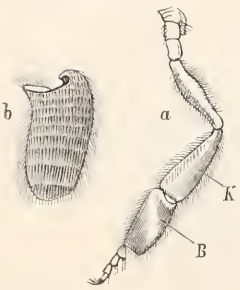
[1]) H. de Saussure, Études sur la famille des Vespides. 3 Vol. Paris, 1852—1857.

[2]) Fr. Huber, Nouvelles observations sur les Abeilles. 2 Vol. Paris, 1814.

und Pollen. Einige bauen keine Nester, sondern legen ihre Eier in die gefüllten Zellen anderer Bienen (Schmarotzerbienen). *Andrena cineraria* L., *Dasypoda hirtipes* Fabr., *Nomada ruficornis* Kirb., Schmarotzerbiene. *Megachile* (*Chalicodoma*) *muraria* Fabr.; *Osmia bicornis* L., *Anthophora pilipes* Fabr. *Xylocopa violacea* Fabr., Holzbiene, baut senkrechte Gänge im Holz und theilt sie durch Querwände in Zellen.

Bombus Latr., Hummel. Körper plump, pelzartig behaart. Die Nester werden meist in Löchern unter der Erde angelegt und umfassen eine nur geringe Zahl, etwa 50—200, selten bis zu 500 Arbeitshummeln neben dem befruchteten Weibchen. Sie bauen keine künstlichen Waben, sondern häufen unregelmässige Massen von Pollen an, welche mit Eiern besetzt werden und den ausschlüpfenden Maden zur Nahrung dienen. Dieselben fressen in den Pollenklumpen zellige Höhlungen aus und bilden ausgewachsen eiförmige, frei, aber unregelmässig nebeneinander liegende Cocons. Auch das Hummelnest wird von einem einzigen überwinterten Weibchen gegründet, welches anfangs die Geschäfte der Brutpflege allein besorgt; später betheiligen sich an denselben die ausgeschlüpften verschieden grossen Arbeiter, die selbst auch unbefruchtete Eier ablegen. *B. lapidarius* Fabr., *B. muscorum* Ill., *B. terrestris* L., *B. hypnorum* Ill., *B. hortorum* L.

Fig. 618.



a Hinterbein der Arbeiterin von *Apis mellifica*. *K* Körbchen auf der Tibia, *B* vergrössertes Tarsalglied mit dem Bürstchen auf der Unterseite. — *b* Bürstchen, stärker vergrössert.

Apis L., Honigbiene. Die *Arbeiter* mit seitlichen getrennten Augen, mit eingliedrigen Kiefertastern. Die Aussenfläche der Hinterschienen grubenartig eingedrückt, von einfachen Randborsten umstellt (Körbchen), die Innenfläche des Tarsus mit regelmässigen Borstenreihen besetzt (Bürstchen). (Fig. 618.) Das *Weibchen*, *Königin*, mit kürzerer Zunge, längerem Hinterleib, ohne Bürstchen. Das *Männchen*, *Drohne*, mit grossen zusammenstossenden Augen, breitem Hinterleib und kurzen Mundtheilen, ohne Körbchen und Bürstchen. *A. mellifica* L., Honigbiene, weit über Europa und Asien bis nach Afrika verbreitet. (Fig. 607.)

Die Arbeitsbienen bauen in hohlen Bäumen oder in sonst geschützten Räumen, unter dem Einflusse der menschlichen Pflege in zweckmässig eingerichteten Körben oder in Stöcken, und zwar stets senkrechte Waben. Das zum Wabenbau verwendete Wachs erzeugen sie als Umsatzproduct des Honigs und schwitzen dasselbe in Form kleiner Täfelchen zwischen den Schienen des Hinterleibes aus. Die Waben bestehen aus zwei Lagen von horizontalen sechsseitigen Zellen, deren Boden aus drei Rhombenflächen gebildet wird. Die kleineren Zellen dienen zur Aufnahme von Vorräthen (Honig und Blüthenstaub) und zur Arbeiterbrut, die grösseren für die Aufnahme von Honig und Drohnenbrut. Ausserdem findet sich am Rande der Waben zu bestimmten Zeiten eine geringe Anzahl von grossen unregelmässigen Königinnenzellen (Weiselwiegen), in welchen die Larven der weiblichen Bienen aufgezogen werden. Wenn die Zellen mit Honig gefüllt sind oder die in ihnen befindlichen Larven die Reife zur Verpuppung erlangt haben, werden sie bedeckelt. Eine kleine Oeffnung am Grunde des Stockes dient als Flugloch, im Uebrigen sind alle Spalten und Ritzen mit Stopfwachs verklebt, und es dringt kein Lichtstrahl in das Innere des Baues. Die Arbeitstheilung ist in keinem Hymenopterenstaate so strenge durchgeführt wie in dem der Bienen. Nur eine befruchtete Königin ist da und besorgt einzig und allein die Ablage der Eier, von denen sie an einem Tage mehr als 3000 abzusetzen im Stande ist. Die Arbeitsbienen theilen sich in die Geschäfte des Honigerwerbes, der Wachsbereitung, der Fütterung der Brut und des Ausbaues des Stockes. Die Drohnen, überdies nur zur Schwarmzeit in verhältnissmässig geringer Zahl vorhanden (200 bis 300 in einem Stocke von 20.000 bis 30.000 Arbeitern), haben das Privileg des Genusses und besorgen keinerlei Arbeit im Stocke. Die aus unbefruchteten Eiern entstandenen Drohnen gehen im Herbst

zu Grunde (Drohnenschlacht); die Königin und die Arbeitsbienen überwintern, von den angehäuften Vorräthen zehrend, unter dem Wärmeschutze des dichten Zusammenlebens im Stocke. Noch vor dem Reinigungsausflug in den ersten Tagen des erwachenden Frühlings belegt die Königin zuerst die Arbeiterzellen, später auch Drohnenzellen mit Eiern. Dann werden auch einige Weiselwiegen belegt und in Intervallen jede mit einem befruchteten Ei besetzt. In diesem letzteren werden die Larven durch reichlichere Nahrung und königliche Kost (Futterbrei) zu geschlechtsreifen, begattungsfähigen Weibchen, Königinnen, erzogen. Bevor die älteste der jungen Königinnen ausschlüpft — die von der Absetzung des Eies bis zum Ausschlüpfen 16 Tage nöthig hat, während sich die Arbeiter in 20, die Drohnen in 24 Tagen entwickeln — verlässt die Mutterkönigin mit einem Theile des Bienenvolkes den Stock (Vorschwarm). Die ausgeschlüpfte junge Königin tödtet entweder die noch vorhandene Brut von Königinnen und bleibt dann in dem alten Stock, oder verlässt ebenfalls, wenn sie von jenem Geschäfte durch die Arbeiter zurückgehalten wird und die Volksmenge noch gross genug ist, vor dem Ausschlüpfen einer zweiten Königin den alten Stock mit einem Theile der Arbeiter (Nachschwarm oder Jungfernschwarm). Bald nach ihrem Ausschlüpfen hält die junge Königin ihren Hochzeitsflug und kehrt mit dem Begattungszeichen in den Stock zurück. Nur einmal begattet sich die Königin während ihrer ganzen auf vier bis fünf Jahre ausgedehnten Lebensdauer; sie ist von da an im Stande, männliche und weibliche Brut zu erzeugen. Eine flügellahme, zur Begattung untaugliche Königin legt nur Drohneneier, ebenso die befruchtete Königin im hohen Alter bei erschöpftem Inhalt des Receptaculum seminis. Auch Arbeiter können zum Legen von Drohneneiern fähig werden (Drohnenmütterchen), die Larven der Arbeiter aber im frühen Alter durch reichliche Ernährung zu Königinnen erzogen werden. Als Parasiten an Bienenstöcken sind hervorzuheben: der Todtenkopfschwärmer, die Wachsmotte, die Larve vom Bienenwolf (*Trichodes apiarius*) und die Bienenlaus (*Braula coeca*).

Die Gattungen *Melipona* Ill., *Trigona* Jur. umfassen kleine amerikanische Bienenarten, scheinen jedoch der Gattung *Apis* minder nahe zu stehen, als man bislang glaubte. Bezüglich des Haushaltes besteht eine der auffallendsten Abweichungen darin, dass sie ihre Brutzellen schon vor Ablage des Eies mit Honig füllen und nachher zudeckeln, so dass die ausschlüpfende Made alles Nährmateriel vorfindet (Fr. Müller). Auch verfertigen die Arbeiter zur Aufspeicherung des Honigs grosse fassförmige Behälter. Unter der ersteren gibt es wie bei *Bombus* Formen, welche keine Nester bauen, sondern ihre Eier in die Nester anderer Arten legen.

VI. Thierkreis.

Mollusca[1]), Weichthiere.

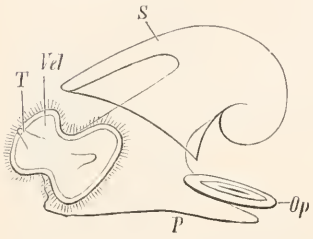
Seitlich symmetrische Thiere ohne Metamerenbildung und ohne locomotives Skelet, mit bauchständigem Fuss, meist von einer einfachen oder zweiklappigen Kalkschale bedeckt, mit Gehirn, Schlundring und suboesophagealen Gangliengruppen.

[1]) G. Cuvier, Mémoires pour servir à l'histoire et à l'anatomie des Mollusques. Paris, 1817. R. Leuckart, Ueber die Morphologie und die Verwandtschaftsverhältnisse der wirbellosen Thiere. Braunschweig, 1848. T. H. Huxley, On the Morphology of the cephalous Mollusca as illustrated by the Anatomy of certain Heteropoda and Pteropoda etc. Philos. Transactions, 1853.

Seit Lamarck und Cuvier begreift man unter Mollusken eine Reihe verschiedener Thiergruppen, welche von Linné zu den Würmern gestellt waren. Seitdem in neuerer Zeit die Organisation und Entwicklung näher erforscht worden ist, hat sich für dieselben auch in der That eine Beziehung zu den Würmern erwiesen. Trotzdem ist der Kreis der Mollusken enger zu fassen, als dies nach dem Vorgang jener Forscher lange Zeit geschah. Die zweischaligen Brachiopoden, welche nach Bau und Entwicklung in engerer Verwandtschaft zu den Bryozoën stehen, dürften mit diesen als *Molluscoïdeen* aus dem Gebiete der Weichthiere auszuscheiden sein, während die sogenannten Manteltiere oder *Tunicaten* als selbstständiger Kreis den Vertebraten nahezustellen, beziehungsweise in engerem Verbande (*Chordonia*) anzuschliessen sind.

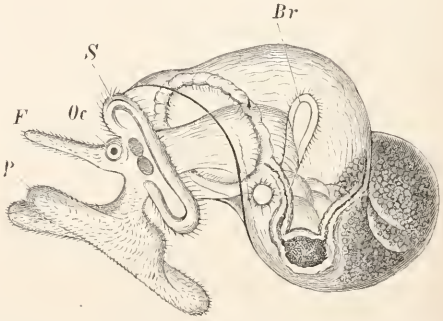
Der Körper der Mollusken ist ungegliedert, ohne Metamerenbildung und ohne gegliederte Extremitäten. Von einer weichen, schleimigen Haut bedeckt, entbehrt derselbe sowohl eines inneren als äusseren Bewegungsskelets und

Fig. 619.



Aeltere Larve eines *Gastropoden*, nach Gegenbaur. *S* Schale, *P* Fuss, *Vel* Velum, *T* Tentakeln, *Op* Deckel zum Verschluss der Schalenöffnung.

Fig. 620.



Larve von *Vermetus*, nach Lacaze-Duthiers. *S* Segel, *Br* Kieme, *F* Fühler, *Oc* Augen, *P* Fuss.

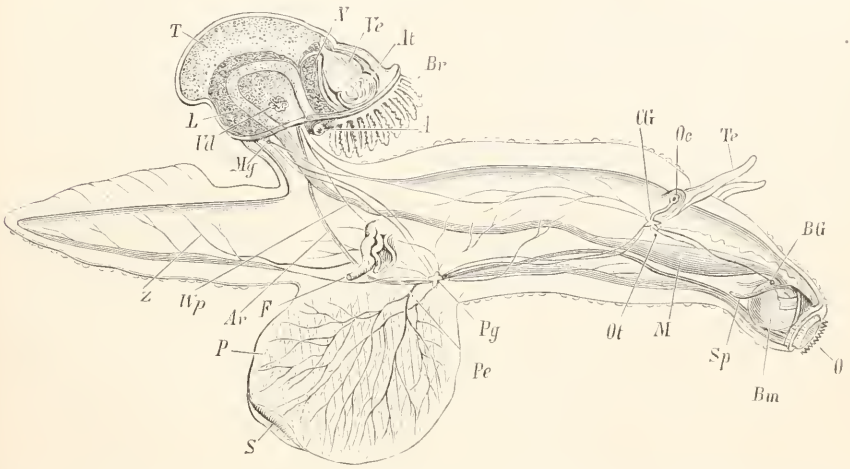
erscheint daher besonders für den Aufenthalt im Wasser geeignet. Nur zum kleineren Theile sind die Weichthiere Landbewohner und in diesem Falle stets von beschränkter langsamer Locomotion, während die im Wasser lebenden Formen unter den weit günstigeren Bewegungsbedingungen dieses Mediums sogar zu einer raschen Schwimmbewegung befähigt sein können.

Eine grosse Bedeutung für die freie Bewegung besitzt der Hautmuskelschlauch vornehmlich an seiner unteren, der Bauchfläche entsprechenden Seite, an welcher sich derselbe zu einem mehr oder minder vortretenden, überaus verschieden geformten Bewegungsorgane, dem *Fuss*, ausbildet. (Fig. 619 und 620.) An demselben ist stets ein unpaarer, häufig selbst wieder in mehrere Theile gespaltener Abschnitt (Protopodium) zu unterscheiden, an welchem sich noch paarige Theile (Epipodium) ausbilden können. Oberhalb des Fusses erhebt sich am Rumpfe sehr allgemein eine schildförmige Verdickung der Haut, der sogenannte *Mantel*, dessen Ränder bei vorgeschrittener Ausbildung als Duplicaturen der Haut den Körper überwachsen und theilweise bedecken. Die Oberfläche dieser Hautduplicatur erzeugt durch Absonderung von kalkhaltigen und

pigmentreichen Secreten die mannigfach geformten und gefärbten Schalen, welche als schützende Gehäuse den weichen Körper in sich aufnehmen.

Bei den höheren, kopftragenden Weichthieren (*Cephalophoren*) setzt sich der vordere Theil des Körpers mit dem häufig von sogenannten Mundsegeln umgebenen Eingange in den Verdauungstract, den Centraltheilen des Nervensystems und den Sinnesorganen mehr oder minder scharf als *Kopf* ab. Der nachfolgende, die Hauptmasse des Leibes bildende Rumpf erleidet in seinem die Eingeweide umschliessenden dorsalen Abschnitt sehr häufig (*Gastropoden*) eine spiralige Drehung, durch welche die seitliche Symmetrie schon äusserlich eine merkliche Störung erfährt, kann aber auch eine abgeflachte oder cylindrische Form mit äusserer Symmetrie besitzen. In der Classe der *Gastropoden*

Fig. 621.



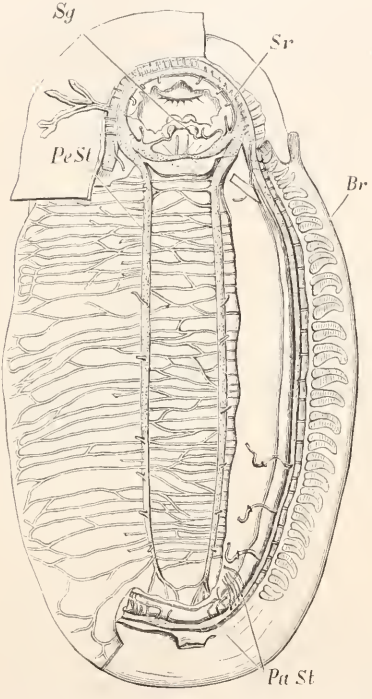
Männchen von *Carinaria mediterranea*, nach Gegenbaur. *P* Fuss, *S* Saugnapf, *O* Mund, *Bm* Buccalmasse, *M* Magen, *Sp* Speicheldrüsen, *L* Leber, *A* After, *CG* Cerebralganglion, *Te* Tentakeln, *Oc* Augen, *Ot* Gehörblasen, *BG* Buccalganglion, *Pg* Pedalganglion, *Mg* Mantelganglion, *N* Niere, *Br* Kiemen, *At* Atrium, *Ve* Ventrikel, *Ar* Körperarterie, *Z* hinterer Ast derselben, *T* Hoden, *Vd* deferens, *Wp* Wimperrinne, *Pe* Penis *F* Flagellum mit Drüse.

entspringen am Kopfe Fühler und Mundlappen, der bauchständige Fuss entwickelt sich in der Regel zu einer umfangreichen Sohle, seltener zu einem sagittal gestellten Segel (*Heteropoden*). (Fig. 621.) Das den Rumpf umschliessende Gehäuse erscheint in dieser Hauptgruppe einfach tellerförmig oder spiralig gewunden oder bleibt als ein mehr flaches Schalenrudiment unter der Rückenhaut verborgen. In einer Classe der kopftragenden Mollusken, bei den *Cephalopoden*, heftet sich am Kopfe in der Umgebung der Mundöffnung ein Kreis von Armen an, welche sowohl zur Schwimm- und Kriechbewegung, als zum Ergreifen der Nahrung verwendet werden. Dieselben werden am besten mit R. Leuckart als besondere Anhänge des Kopfes zu betrachten sein. Ein trichterförmig durchbrochener Zapfen, welcher die Auswurfsstoffe und das Athemwasser aus der geräumigen Mantelhöhle ausspritzt und dabei zugleich zum Schwimmen dient, entspricht wahrscheinlich den verwachsenen Falten

des Epipodiums. In einer anderen Classe tritt der Kopf nicht als selbstständiger Abschnitt hervor (*Acephalen*, *Lamellibranchiaten*); der seitlich comprimirte Leib trägt zwei grosse seitliche Mantellappen, welche eben so viele, auf der Rückenfläche mittelst eines Schlossbandes vereinigte Schalenklappen absondern.

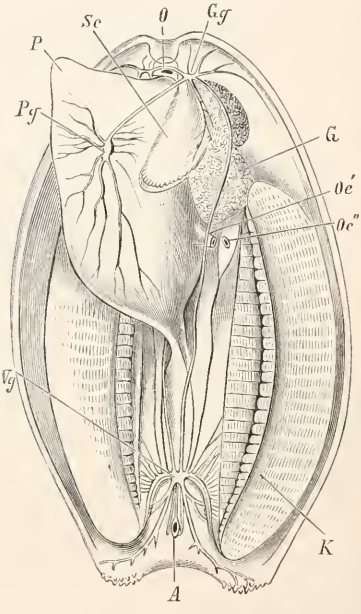
Eben so mannigfach wie die äussere Gestalt und der Körperbau wechselt die innere Organisation der Mollusken. Wie die äussere Form, so erleidet auch

Fig. 622.



Nervensystem von *Chiton*, nach B. Haller. *Sr* Schlundring, *Sg* Sublingualganglion, *PeSt* Pedalstrang, *PaSt* Pallialstrang, *Br* Kiemen.

Fig. 623.



Nervensystem der Teichmuschel (*Anodonta*), nach Keber. *O* Mund, *A* After, *K* Kiemen, *P* Fuss, *Sc* Mundlappen (Segel), *Gg* Gehirnganglion, *Pg* Pedalganglion, *Vg* Eingeweideganglion, *G* Genitaldrüse, *Oe'* Mündung der Genitaldrüse, *Oe''* Oeffnung der Niere.

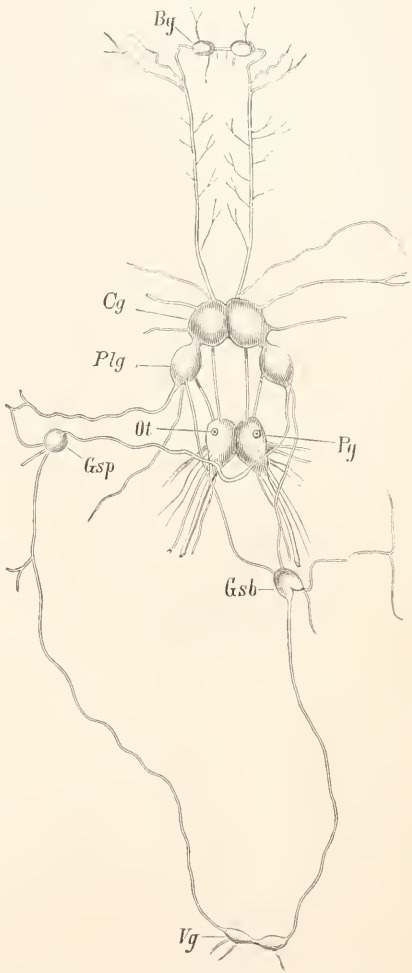
der innere Bau häufig auffallende Störungen der bilateral symmetrischen Anordnung.

Am *Nervensystem* [1]) (Fig. 622, 623 und 624) unterscheidet man allgemein ein oberes, auf dem Schlunde liegendes (nur ausnahmsweise in einen Ganglienbelag der Commissur aufgelöstes) Doppelganglion als *Gehirn* oder *Cerebralganglion* mit den Sinnesnerven und einem aus mehrfachen Fasersträngen gebildeten Schlundring, von welchem ursprünglich zwei Paare von Nervensträngen ausgehen. Das obere seitliche Paar sind die Pallialstränge, deren Zweig die Seitentheile des Leibes und den Mantel versorgen, das untere mehr

[1]) H. v. Ihering, Vergleichende Anatomie des Nervensystems und Phylogenie der Mollusken. Leipzig, 1877.

medial gelegene Paar die Pedalstränge, welche, durch Quercommissuren untereinander verbunden, die Muskeln des Fusses innerviren. Dieses einfache Verhalten des Nervensystems ist bei *Chiton* und den *Solenogastres* (*Neomenia*) nachgewiesen. Auf einer vorgeschrittenen Stufe finden sich besondere *Pedalganglien*, welche mit dem Gehirn durch Commissuren in Verbindung stehen. Dazu kommt als eine dritte Gangliengruppe die der *Visceralganglien*, deren Verhalten sich von der Verschmelzung mit dem Gehirn und den Pedalganglien bis zur Auflösung in mehrere Gangliengruppen überaus mannigfach gestaltet. Dieselben sind gleichfalls mit dem Gehirn durch eine längere oder kürzere Commissur, und zwar zumeist mittelst besonderer Ganglien (*Pleuralganglien*) verbunden und entsenden Nervengeflechte an Herz, Kiemen und Geschlechtsorgane. Man betrachtete daher dies dritte Ganglienpaar als Aequivalent des *Sympathicus*, jedoch wohl mit Unrecht, da von demselben auch Nerven zur Haut und Muskulatur entsendet werden. Kleine über und unter der Mundmasse gelagerte Ganglien (*Buccalganglien*), welche Nerven zum Schlunde und Darm entsenden, dürften mit grösserem Rechte als Sympathicus zu betrachten sein.

Fig. 624.



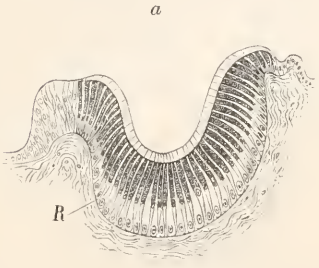
Nervensystem von *Cassidaria*, nach B. Haller. *Cg* Cerebralganglion, *Pg* Pedalganglion, *Plg* Pleuralganglion, *Bg* Buccalganglion, *Gsp* Supraintestinalganglion, *Gsb* Subintestinalganglion, *Vg* Visceralganglion, *Ot* Otolithenblase.

Als *Tastorgane* treten bei den höher entwickelten Mollusken in der Umgebung des Mundes zwei oder vier Lappen, die bereits genannten Segel oder Mundlappen auf, wozu bei den *Acephalen* nicht selten Tentakeln am Mantelrande, bei den *Cephalophoren* oft zwei oder vier einziehbare Fühlhörner am Kopfe hinzukommen. Augen sind sehr verbreitet und liegen in der Regel paarig am Kopfe, selten wie bei einigen *Lamellibranchiaten* in grosser Zahl am Mantelrande. Nur selten sind es wie bei *Patella* einfache, der Linse entbehrende Napfaugen. (Fig. 625 *a*.) In der Regel ist eine Linse oberhalb der Retina vorhanden. (Fig. 625 *b*.) Bei den *Heteropoden* und *Cephalopoden* ist der Bau des Auges complicirter und nähert sich dem des Vertebratenauges. Auch *Gehörorgane* sind weit verbreitet, und zwar als geschlossene Gehörblasen mit

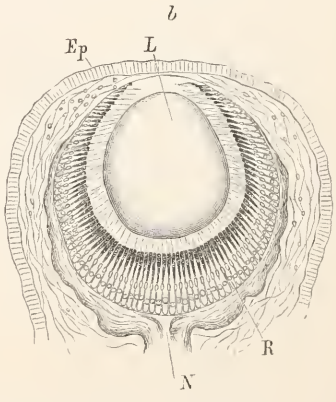
Flimmerzellen an der Innenwand, meist in doppelter Zahl dem Fussganglion oder dem Gehirne angelagert, vom letzteren aus jedoch stets innervirt.

Am Darme treten mindestens die drei als Oesophagus, Magendarm und Enddarm unterschiedenen Abtheilungen als deutlich begrenzte Abschnitte auf, von denen sich der verdauende Magendarm meist durch den Besitz einer sehr umfangreichen *Leber* auszeichnet. In der Mundhöhle findet sich eine Reibplatte, *Radula* (*Odontophoren*), welche nur den *Lamellibranchiaten* fehlt. Der After liegt sehr häufig aus der Mittellinie herausgerückt an einer Körperseite. Nieren sind stets vorhanden und häufig paarig symmetrisch in beiden Körperhälften, oft aber auch — bei asymmetrisch gestaltetem Körperbau — an einer Seite verkümmert (*Patella, Haliotis*), beziehungsweise ganz hinweggefallen (*Gastropoden*). Es sind in der Regel Säcke, deren Lumen durch eine bewimperte, trichterförmige Oeffnung mit der Leibeshöhle (Pericardialraum) com-

Fig. 625.



Schnitt durch das linsenlose Napfauge von *Patella*, nach Carrière. *R* Retina.



Schnitt durch das Auge von *Fissurella graeca*, nach Fraisse. *Ep* Epidermis, *L* Linse, *R* Retina, *N* Nerv.

municirt und in einer seitlichen Oeffnung nach aussen mündet, woraus die Homologie der Molluskenniere mit einem Segmentalorgane der Anneliden wahrscheinlich wird.

Ueberall findet sich ventralwärts vom Darm ein gedrungenes Herz, von dem aus das Blut in Gefässen nach den Organen hinströmt. Vollkommen geschlossen möchte das Gefässsystem in keinem Falle sein, indem sich auch da, wo Arterien und Venen durch Capillaren verbunden sind, Blutsinus der Leibeshöhle in den Gefässverlauf einschieben. Das Herz ist stets ein arterielles und nimmt das aus den Athmungsorganen austretende, arteriell gewordene Blut auf.

Ueberall dient die gesammte äussere Fläche zur Respiration, daneben aber sind besondere *Athmungsorgane* als *Kiemen*, seltener als *Lungen* vorhanden. Die Kiemen treten als bewimperte Ausstülpungen der Körperfläche, in der Regel zwischen Mantel und Fuss in der Mantelhöhle (die so zur Kiemenhöhle wird), auf, bald in Form verästelter und verzweigter Anhänge, bald als breite Lamellen (*Lamellibranchiaten*). Als Lunge dagegen erscheint der mit Luft gefüllte Mantelraum selbst, dessen Innenfläche durch complicirte

Faltenbildungen eine grosse Oberfläche für die respirirenden Blutgefässe darbietet. Somit sind Lungen- und Kiemenhöhle morphologisch dasselbe.

Die *Fortpflanzung* erfolgt durchweg auf geschlechtlichem Wege. Die Mollusken sind entweder hermaphroditisch oder, wie zahlreiche marine *Gastropoden*, die meisten *Lamellibranchiaten* und alle *Cephalopoden*, getrennten Geschlechtes.

Die Entwicklung des Embryos erfolgt meist nach totaler Dotterfurchung durch eine die hintere Partie des Dotters oder den gesammten Dotter umfassende Keimanlage. Die neugeborenen Jungen durchlaufen oft eine Metamorphose und besitzen eine vordere, von Wimpern umsäumte Hautausbreitung (*Velum*), welche als Bewegungsorgan fungirt. Nach Form, Wimperbekleidung und Organisation zeigen die Molluskenlarven mit der Lovén'schen Wurmlarve grosse Uebereinstimmung.

Bei Weitem der grösste Theil der Mollusken ist auf das Leben im Wasser, besonders im Meere angewiesen, nur wenige leben auf dem Lande, suchen dann aber stets feuchte Aufenthaltsorte auf. Bei der ungemeinen Verbreitung der Mollusken in der Vorzeit ist die hohe Bedeutung ihrer petrificirten Reste für die Bestimmung des Alters der sedimentären Gebirgsformationen begreiflich (*Leitmuscheln*).

I. Classe. Solenogastres[1]).

Seitlich-symmetrische Mollusken von wurmförmiger Gestalt, mit wimpernder Bauchfurche, ohne Mantel und Schale, mit von Kalkspiculis besetzter Haut, mit Radula, meist hermaphroditisch.

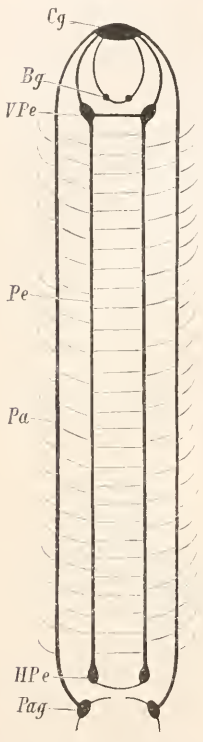
Diese durch nur wenige Gattungen repräsentirte, von Ihering mit den Chitonen als *Amphineuren* zusammengefasste und den Würmern eingeordnete, von Gegenbaur als *Solenogastres* gleichfalls letzterem Thierkreis beigezählte Thiergruppe wird am besten den Mollusken eingereiht werden, da ihre nahen Beziehungen zu den Chitonen kaum bezweifelt werden können. Allerdings erscheinen die Charaktere des Molluskentypus mit nur wenigen Ausnahmen (wie Radula) zumeist nicht ausgeprägt, indem sowohl ein deutlicher Fuss und Mantel als eine Schale fehlen, Eigenthümlichkeiten, welche neben anderen die Stellung der Solenogastres als phylogenetisch sehr ursprünglicher Formen begründen.

Der Körper der Solenogastres ist seitlich symmetrisch, von cylindrischer Form und an der Bauchseite mit einer wimpernden, reich mit Drüsen aus-

[1]) Vergl. ausser Korén und Danielssen, Kowalevsky besonders T. Tullberg, Neomenia a new genus of invertebrate animals. Svenska vet. Akad. Handl., Bd. 3, 1875. L. Graff, Anatomie des Chaetoderma nitidulum. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XXVI, 1876. Derselbe, Neomenia und Chaetoderma. Ebendaselbst, Bd. XXVIII, 1877. G. A. Hansen, Anatom. Beskrivelse af Chaetoderma nitidulum. Nyt. magaz. for naturvidenskab., Bd. XXII, 1877. A. A. W. Hubrecht, Proneomenia Sluiteri. Niederl. Archiv für Zool., Supplementband I, 1881.

gestatteten Furche versehen, welche eine gleichfalls bewimperte Falte einschliesst, die als Fuss gedeutet wird. (Fig. 626.) Mit Ausnahme dieser Furche ist die Körperoberfläche von Kalkstacheln bekleidet, welche in eine cuticulare Ausscheidung aufgenommen erscheinen. Die Muskulatur besteht hauptsächlich aus einer äusseren Ring- und inneren Längsmuskelschicht; letztere zeigt an der Bauchseite zu Seiten der Wimperfurche eine geringe Verdickung, die als rudimentäre Fussbildung betrachtet werden könnte.

Fig. 627.



Schematische Darstellung des Nervensystems von *Proneomenia Sluiteri*, nach Hubrecht. *Cg* Cerebralganglion, *Bg* Sublingualganglion, *Pe* Pedalstrang, *VPe* vordere, *HPe* hintere Ganglienschwellung desselben (Pedalganglion), *Pa* Pallialstrang, *Pag* hintere Ganglienanschwellung desselben (Visceralganglion).

Fig. 626.

Proneomenia Sluiteri, nach Hubrecht. *O* Mund, *F* Bauchfurche.

Das Nervensystem gleicht dem der Chitonen. Bei *Proneomenia* (Fig. 627) besteht dasselbe aus dem Cerebralganglion, von dem eine Sublingnalcommissur mit zwei Sublingnalganglien, eine Pedal- und eine Pallialcommissur ausgehen. Von beiden letztgenannten führt die erste zu zwei im ganzen Verlaufe mit Ganglien belegten Nervensträngen, mit vorderer und hinterer Ganglienanschwellung, die letztere zu gleichfalls mit continuirlichem Ganglienbelag versehenen Pallialsträngen, welche hinten zu Ganglien anschwellen und durch eine Commissur über dem Enddarm in Verbindung stehen. Die Pedalstränge sind sowohl untereinander als mit den Pallialsträngen durch Commissuren verbunden. Bei *Neomenia* fehlen die Pallio-Pedalcommissuren, bei *Chaetoderma* sollen sämmtliche Quercommissuren der Pedal- und Pallialstränge mangeln. Als Sinnesorgan wird von Hubrecht eine mit Nerven reich ausgestattete, kleine, dorsal gelegene Grube am hinteren Körperende aufgefasst.

Die am vorderen Körperende gelegene Mundöffnung führt in einen geradgestreckten Darm, welcher in einen Pharynx, Mitteldarm und Enddarm zerfällt.

In den Pharynx münden ein Radulasack mit kleiner Radula, sowie ein Paar Speicheldrüsen ein. Bei *Neomenia* fehlen letztere sowohl als die Radula. Am Darm von *Chaetoderma* findet sich ein weiter, als Leber betrachteter Blindsack. Von besonderen Drüsen sind zwei in die Analhöhle mündende Blindschläuche zu betrachten, deren Fadensecret ihre Deutung als Byssusdrüse veranlasste (Hubrecht.)

Die Kreislaufsorgane bestehen aus dem sackförmigen, über dem Enddarme in einem Herzbeutel eingeschlossenen Herzen, wahrscheinlich mit zwei

Vorhöfen, sowie einem dorsalen Blutgefäss und einem ventralen, dorsalwärts durch ein Querseptum begrenzten Blutsinus. Im Uebrigen circulirt das Blut in den Lücken zwischen den Organen. Besondere Respirationsorgane fehlen (*Proneomenia*) oder sind in Form einer büschelförmigen (*Neomenia*) oder paariger retractiler Kiemen (*Chaetoderma*), welche in der Kloake (reducirter Mantelhöhle) liegen, vorhanden.

Die Solenogastres sind meist hermaphroditisch; nur bei *Chaetoderma* herrscht getrenntes Geschlecht. Der Urogenitalapparat besteht aus der dorsal vom Darmcanal gelagerten Genitaldrüse, deren Producte durch zwei Gänge zunächst in den Pericardialraum (reducirte secundäre Leibeshöhle) gelangen und von hier durch paarige, complicirt verlaufende Canäle nach aussen befördert werden, welche in der Regel mittelst eines gemeinschaftlichen Endstückes mit dem Darm in die Kloake münden. Bei *Neomenia* soll das Sperma durch besondere, mit Penis versehene Vasa deferentia ausgeführt werden. Der letzte Abschnitt der Ausführungscanäle dürfte mit Recht als Niere aufzufassen sein. Somit weist der Urogenitalapparat in der directen Communication der Genitaldrüse mit der Leibeshöhle (Pericardialraum) und in der Ausfuhr der Genitalproducte durch die Niere ursprüngliche Verhältnisse auf.

Ueber die Entwicklung ist bis jetzt nichts bekannt geworden.

Die Solenogastres sind meist kleinere Thiere und leben durchweg im Meere.

Fam. *Neomeniidae*. Mit den Charakteren der Classe. *Proneomenia Sluiteri* Hubr., von bis gegen 15 Centimeter Länge. Haut mit mehrfachen Lagen von Spiculis. Ohne Kiemen. *Neomenia carinata* Tullbg., Schweden. Radula fehlt. *Chaetoderma nitidulum* Lovén, Schweden.

II. Classe. Lamellibranchiata[1]), Muschelthiere.

Seitlich-symmetrische, lateral comprimirte Weichthiere ohne gesonderten Kopf, mit zweilappigem Mantel und rechter und linker, durch ein rückenständiges Ligament verbundener Schalenklappe, mit umfangreichen Kiemenblättern, meist getrennten Geschlechtes.

Die Lamellibranchiaten wurden früher mit den Brachiopoden als Muschelthiere oder Conchiferen zusammengestellt. Wie diese entbehren sie eines abgesetzten Kopfabschnittes und besitzen einen umfangreichen, meist in zwei Lappen getheilten Mantel, sowie eine zweiklappige Schale. Indessen sind die

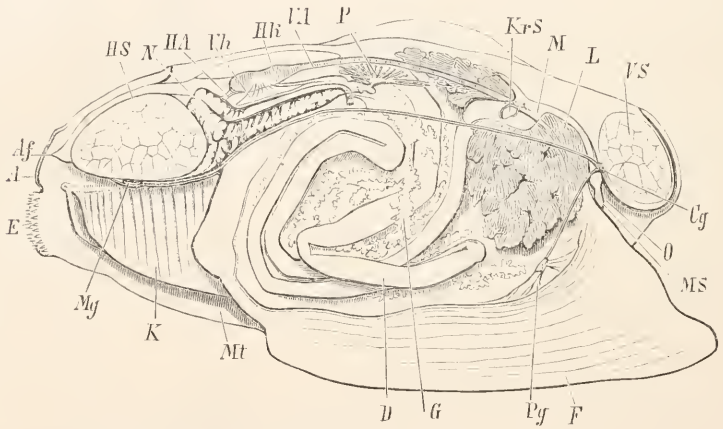
[1]) Poli, Testacea utriusque Siciliae, 1791—1795. Bojanus, Ueber die Athem- und Kreislaufswerkzeuge der zweischaligen Muscheln. Isis, 1817, 1820, 1827. S. Lovén, Archiv für Naturgesch., 1849. L. Reeve, Conchologia iconica. London, 1846—1858. Lacaze-Duthiers, Ann. des sc. nat., 1854—1861. H. und A. Adams, The genera of the recent Mollusca. London, 1853—1858. C. Langer, Das Gefässsystem der Teichmuschel. Denkschr. der Akad. Wien, 1855—1856. C. Grobben, Die Pericardialdrüse der Lamellibranchiaten. Arbeit. d. zoolog. Inst. zu Wien. Bd. VII. 1888. Ueberdies vergl. die Arbeiten von Garner, Keber.

Abweichungen beider Thiergruppen sowohl in der morphologischen Gestaltung als in der inneren Organisation so wesentlich, dass ein näherer Verband derselben unmöglich aufrecht erhalten werden kann.

Der meist streng symmetrische Körper erscheint bei bedeutender Streckung seitlich comprimirt und von zwei seitlichen Mantellappen umlagert, welche eine rechte und linke Schalenklappe absondern. Zu den Seiten der Mundöffnung finden sich zwei Paare blatt- oder tentakelförmiger Mundsegel. An der Bauchfläche erhebt sich ein umfangreicher, meist beilförmiger Fuss, und überall treten in der Mantelfurche zwischen Mantel und Fuss zwei Paare (selten ein Paar) grosser Kiemenblätter auf, welche jederseits einer Kieme angehören. (Fig. 628.)

Die beiden Mantellappen zeigen fast überall an ihrem hinteren Ende zwei aufeinanderfolgende Ausschnitte, welche, von zahlreichen Papillen oder Fädchen

Fig. 628.

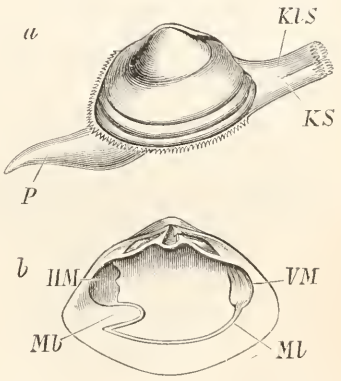


Anatomie der Malermuschel (*Unio pictorum*), nach C. Grobben. *VS* Vorderer Schalenschliesser, *HS* hinterer Schalenschliesser, *MS* Mundsegel, *F* Fuss, *Mt* Mantel, *K* Kiemen, *Cg* Cerebralganglion, *Pg* Pedalganglion, *Mg* Mantelganglion, *O* Mund, *M* Magen, *L* Leber, *KrS* Krystallstiel, *D* Darm, *Af* After, *G* Geschlechtsorgane, *A* Ausschnitt des Mantellappens zum Auswurf, *E* zur Einfuhr, *N* Niere, *Vh* Vorhof, *Hk* Herzkammer, *VA* vordere Aorta, *HA* hintere Aorta, *P* Pericardialdrüse (schematisch).

umsäumt, beim Zusammenlegen der Ränder beider Mantelhälften zwei hinter einander folgende spaltförmige Oeffnungen bilden. Die obere oder dorsale fungirt als Kloakenöffnung, die untere als Einfuhrsöffnung, durch welche das Wasser unter dem Einflusse eigenthümlicher Wimpereinrichtungen der inneren Mantelfläche und der Kiemen bei etwas klaffender Schale in den Mantel- und Athemraum gelangt. Mit dem Wasser werden auch die Nahrungsstoffe nach den Mundsegeln zur Mundöffnung geleitet. Nicht überall aber bleiben die Randsäume beider Mantellappen in ihrer ganzen Länge frei, häufig beginnt vom hinteren Ende aus eine Verwachsung, welche allmälig in immer grösserer Ausdehnung nach vorne vorschreitet. Durch diese Verwachsung sondert sich zunächst eine den Kloaken- und Athemschlitz in sich fassende hintere Oeffnung von dem nach vorne geöffneten Mantelschlitz, und kommen überdies

Kloaken- und Athemöffnung durch eine Querbrücke zur Sonderung. Oft verkürzt sich auch der lange vordere Mantelschlitz, *Fussschlitz*, in Folge fortschreitender Verwachsung der Mantelränder allmälig so sehr, dass der in diesem Falle auch verkümmerte Fuss kaum mehr vortreten kann. Dann nähert sich die Mantelbildung einer sackartigen Umhüllung mit zwei frei gebliebenen Oeffnungen. Je weiter sich nun der Mantel nach vorne zu schliesst, umsomehr schreitet eine eigenthümliche Verlängerung der hinteren Mantelgegend um Kloaken- und Athemöffnung vor, so dass zwei contractile Röhren, *Siphonen*, gebildet werden. (Fig. 629 *a*.) Diese können einen solchen Umfang erreichen, dass sie überhaupt nicht mehr zwischen die am Hinterrande klaffenden Schalen zurückgezogen werden. Oft verwachsen auch beide Siphonen mit einander, wobei jedoch die beiden Canäle mit ihren von Tentakeln umstellten Oeffnungen von einander getrennt bleiben. Im äussersten Extrem gleichen die enorm vergrösserten Siphonen mit dem eigenthümlich gestreckten, in Folge Verkümmerung der Schale unbedeckten Hinterleibe einem wurmförmigen Körper, an welchem der das Schalenrudiment tragende Vorderleib kopfähnlich aufsitzt. (*Teredo*, Schiffsbohrwurm, Fig. 636 *b*.)

Fig. 629.



a Mactra elliptica, Thier mit Schale. *KlS* Kloakensipho, *KS* Kiemensipho, *P* Fuss. — *b* Linke Schalenklappe von *M. solida*. *VM* vorderer Schliessmuskeleindruck, *HM* hinterer Schliessmuskeleindruck, *Ml* Mantellinie, *Mb* Mantelbucht.

Mantel und Haut bestehen aus einem von Muskelfasern reich durchsetzten Bindegewebe, welchem eine zellige schleimige Oberhaut aufliegt. Dieselbe wird auf der äusseren Fläche aus Cylinderzellen, auf der Innenfläche des Mantels dagegen aus einem Flimmerepithelium gebildet. (Fig. 631.) Pigmente treten vornehmlich an dem häufig gefalteten oder auch Papillen und Tentakeln tragenden Mantelsaum auf.

An seiner Oberfläche sondert der Mantel eine feste Kalkschale ab, welche den beiden Mantellappen entsprechend in zwei seitliche, am Rücken verbundene Klappen zerfällt. Nur selten sind dieselben vollkommen gleich, indessen nennt man nur diejenigen Schalen ungleichklappig, welche sich auffallend asymmetrisch und ihrer Lage nach als obere und untere erweisen. Die untere, häufig aufgewachsene Schale ist die grössere und tiefer gewölbte, die obere erscheint kleiner, flacher und liegt deckelartig auf. Meist schliessen die Schalenränder fest aneinander, doch können sie auch an verschiedenen Stellen zum Durchtritt des Fusses, des Byssus, der Siphonen mehr oder minder weit klaffen. Das letztere gilt insbesondere für diejenigen Muschelthiere, welche sich in Sand, in Holz oder in festes Gestein einbohren. Im Extrem kann sich die Schale durch eine weite vordere Ausrandung und ausgedehnte Abstutzung ihrer hinteren Partie bis auf ein reifförmiges Rudiment reduciren (*Teredo*), während sich an ihr Hinterende eine für die Schale

rand unter Drehbewegungen als Reibe (*Pholas*, *Teredo*). Nach Hancock freilich soll der Fuss und Mantelrand an der vorderen Oeffnung der klaffenden Schale mit feinen Kieselkrystallen besetzt sein und nach Art einer Feile das Ausbohren des Gesteins bewirken.

Am Nervensystem unterscheidet man ausser den Gehirn- und Pedalganglien auch Visceralganglien, die mit den ersteren jederseits durch eine längere oder kürzere Commissur verbunden sind. (Fig. 623 und 628.) Da weder ein Kopfabschnitt zur Sonderung gelangt ist, noch Sinnesorgane am vorderen Körpertheile auftreten, erscheint das Gehirn verhältnissmässig wenig entwickelt. Seine Nerven versorgen vorzugsweise die Umgebung des Mundes, aber auch den Mantel, in welchen zwei starke Nervenstämme eintreten. Nicht selten (*Unio*) weichen die beiden Hälften desselben seitlich auseinander und nähern sich dem weit nach vorne gerückten Fussganglion (*Pecten*), dessen Nerven sich an der Bauchseite des Körpers im Fusse ausbreiten. Das grosse *Eingeweideganglion* liegt dem hinteren Schliessmuskel an und entsendet Nerven theils zu den Kiemen, theils zu den Eingeweiden und zum Mantel, an dessen Rande diese als zwei starke Nerven mit dem vom Gehirn kommenden Nerven oft unter Bildung von Geflechten verschmelzen. Auch gehen ansehnliche Nerven zu den Siphonen ab, an deren Basis sie ein accessorisches Ganglienpaar bilden.

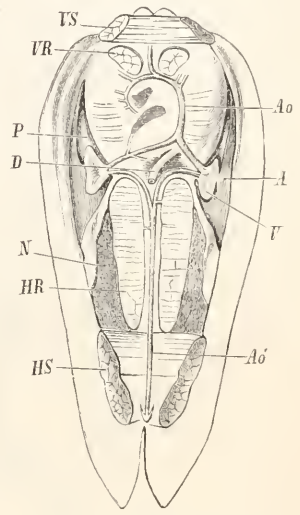
Von Sinnesorganen treffen wir Gehörorgane, Augen und Tastorgane an. Die ersteren liegen als paarige Gehörblasen unterhalb des Schlundes dem Fussganglion an (während ihr Nerv im Gehirn seinen Ursprung nimmt) und zeichnen sich durch die mächtigen Wimperzellen aus, welche die Wandung der Blase auskleiden. Augen finden sich theils als Pigmentflecken am Ende der Athemröhre (*Solen*, *Venus*), theils auf einer weit höheren Stufe der Ausbildung am Mantelrande von *Arca*, *Pectunculus*, *Tellina* und insbesondere von *Pecten*, *Spondylus*. Bei den letzteren Gattungen sitzen dieselben als gestielte Knöpfchen von smaragdgrünem oder braunrothem Farbenglanze zwischen den Randtentakeln vertheilt und sind inverse Blasenaugen, welche aus einem Augenbulbus mit Cornealinse, Chorioidea, Iris und einer sehr reich entwickelten Retina bestehen. In diese tritt der Nerv von der dem Linsenkörper zugewendeten Seite ein, so dass das Ende der Stäbchenzelle dem Pigmente anliegt. Zur Tastempfindung dienen die Mundsegel, sowie die Ränder der Athemöffnungen mit ihren Papillen und Cirren, dann auch zahlreichen Tentakeln am Mantelsaume (*Lima*, *Pecten*). Wahrscheinlich sind die im Mantel verbreiteten haartragenden Zellen (Pinselzellen) Sitz eines besonderen Spürsinnes.

Die Verdauungsorgane beginnen mit der zwischen den Mundsegeln gelegenen Mundöffnung. (Fig. 628.) Dieselbe führt in eine kurze Speiseröhre, in welche durch den Wimperbesatz der Mundsegel kleine, mit dem Wasser in die Mantelhöhle aufgenommene Nahrungskörper eingeleitet werden. Kiefer und Zunge fehlen stets. Die Speiseröhre erweitert sich in einen kugeligen Magen, an dessen Pylorustheil meist ein verschliessbarer Blindsack anhängt. Oft findet man noch entweder in der eben erwähnten blindsackartigen Ausstülpung des

Magens oder im Darmcanale ein stabförmiges durchsichtiges Gebilde (*Krystallstiel*), welches als ein periodisch sich erneuerndes Ausscheidungsproduct des Darmepithels erscheint. Der Darm erreicht überall eine ansehnliche Länge und erstreckt sich unter mehrfachen Windungen, von Leber und Geschlechtsdrüsen umlagert, in den Fuss hinein, steigt dann hinter dem Magen bis zum Rücken empor und mündet nach Durchsetzung des Herzens, über dem hinteren Schalenschliesser verlaufend, auf einer frei in den Mantelraum hineinragenden Papille am hinteren Leibesende aus. (Fig. 633.)

Der Kreislauf wird durch ein arterielles Herz unterhalten, welches, von einem Pericardium umschlossen, in der Mittellinie des Rückens etwas vor dem hinteren Schliessmuskel liegt und von dem Darmcanal durchbohrt wird. Das Blut tritt durch zwei seitliche Vorhöfe in das Herz ein. Bemerkenswerth ist die Duplicität des Herzens bei *Arca*, deren paarige Aorten aber zu einem unpaaren Gefässe zusammentreten. (Fig. 632.) Die Verästelungen der vorderen und hinteren Aorta führen das Blut in ein complicirtes System von Lacunen im Mantel und in den Zwischenräumen der Eingeweide. Dieses mit der Leibeshöhle zusammenfallende System von Bluträumen vertritt sowohl die Capillargefässe als die feineren Venennetze. Von venösen Bluträumen sind ein mittlerer unpaarer Sinus, in welchen das Lacunensystem des Fusses einführt, und zwei seitliche Sinus an der Basis der Kiemen hervorzuheben. Von jenen strömt das Blut theilweise direct, der Hauptmasse nach jedoch durch ein Netz von Canälen in der Wandung der Nieren oder Bojanus'schen Organe, wie durch eine Art Pfortaderkreislauf in die Kiemen ein, um von da als arterielles Blut in die Vorhöfe des Herzens zurückzukehren. Ein Zutritt von Wasser zum Blute durch besondere Oeffnungen am Fusse findet nicht statt; die Schwellnetze des Fusses sind Blutlacunen.

Fig. 632.



Thier von *Arca Noae*, Dorsalansicht, nach C. Grobben. Die hier doppelten Pericardialräume (*P*) sind eröffnet, der Enddarm bis auf das Anfangsstück (*D*) abpräparirt. *VS* vorderer Schalenschliesser, *HS* hinterer Schalenschliesser, *VR* vorderer Retractor des Fusses, *HR* hinterer Retractor, *V* Herzkammer, *A* Vorhof, *Ao* vordere, *Ao'* hintere Aorta, *N* Niere.

Einer grossen Zahl von Lamellibranchiaten kommt eine aus dem Pericardialepithel hervorgegangene sogenannte Pericardialdrüse zu; dieselbe tritt entweder in Form drüsiger Anhänge am Vorhofe auf (z. B. *Mytilus*, *Pecten*), oder stellt eine im Mantel gelegene, aus zahlreichen Blindsäcken zusammengesetzte Drüse vor, welche vorne in den Pericardialraum einmündet (*Unio*, *Venus* etc.).

In der Regel finden sich zwei Paare von Kiemenblättern, welche hinter den Mundlappen entspringen und längs der Seiten des Rumpfes nach hinten verlaufen. Auf ihrer Oberfläche tragen die Kiemenblätter ebenso wie ihre inter-

rand unter Drehbewegungen als Reibe (*Pholas*, *Teredo*). Nach Hancock freilich soll der Fuss und Mantelrand an der vorderen Oeffnung der klaffenden Schale mit feinen Kieselkrystallen besetzt sein und nach Art einer Feile das Ausbohren des Gesteins bewirken.

Am Nervensystem unterscheidet man ausser den Gehirn- und Pedalganglien auch Visceralganglien, die mit den ersteren jederseits durch eine längere oder kürzere Commissur verbunden sind. (Fig. 623 und 628.) Da weder ein Kopfabschnitt zur Sonderung gelangt ist, noch Sinnesorgane am vorderen Körpertheile auftreten, erscheint das Gehirn verhältnissmässig wenig entwickelt. Seine Nerven versorgen vorzugsweise die Umgebung des Mundes, aber auch den Mantel, in welchen zwei starke Nervenstämme eintreten. Nicht selten (*Unio*) weichen die beiden Hälften desselben seitlich auseinander und nähern sich dem weit nach vorne gerückten Fussganglion (*Pecten*), dessen Nerven sich an der Bauchseite des Körpers im Fusse ausbreiten. Das grosse *Eingeweideganglion* liegt dem hinteren Schliessmuskel an und entsendet Nerven theils zu den Kiemen, theils zu den Eingeweiden und zum Mantel, an dessen Rande diese als zwei starke Nerven mit dem vom Gehirn kommenden Nerven oft unter Bildung von Geflechten verschmelzen. Auch gehen ansehnliche Nerven zu den Siphonen ab, an deren Basis sie ein accessorisches Ganglienpaar bilden.

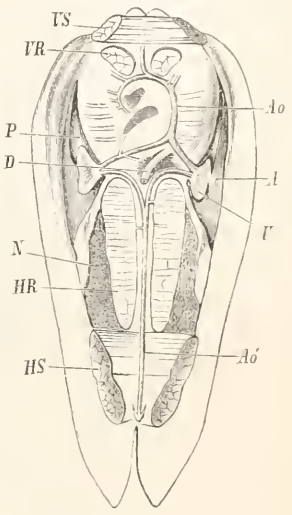
Von Sinnesorganen treffen wir Gehörorgane, Augen und Tastorgane an. Die ersteren liegen als paarige Gehörblasen unterhalb des Schlundes dem Fussganglion an (während ihr Nerv im Gehirn seinen Ursprung nimmt) und zeichnen sich durch die mächtigen Wimperzellen aus, welche die Wandung der Blase auskleiden. Augen finden sich theils als Pigmentflecken am Ende der Athemröhre (*Solen*, *Venus*), theils auf einer weit höheren Stufe der Ausbildung am Mantelrande von *Arca*, *Pectunculus*, *Tellina* und insbesondere von *Pecten*, *Spondylus*. Bei den letzteren Gattungen sitzen dieselben als gestielte Knöpfchen von smaragdgrünem oder braunrothem Farbenglanze zwischen den Randtentakeln vertheilt und sind inverse Blasenaugen, welche aus einem Augenbulbus mit Cornealinse, Chorioidea, Iris und einer sehr reich entwickelten Retina bestehen. In diese tritt der Nerv von der dem Linsenkörper zugewendeten Seite ein, so dass das Ende der Stäbchenzelle dem Pigmente anliegt. Zur Tastempfindung dienen die Mundsegel, sowie die Ränder der Athemöffnungen mit ihren Papillen und Cirren, dann auch zahlreichen Tentakeln am Mantelsaume (*Lima*, *Pecten*). Wahrscheinlich sind die im Mantel verbreiteten haartragenden Zellen (Pinselzellen) Sitz eines besonderen Spürsinnes.

Die Verdauungsorgane beginnen mit der zwischen den Mundsegeln gelegenen Mundöffnung. (Fig. 628.) Dieselbe führt in eine kurze Speiseröhre, in welche durch den Wimperbesatz der Mundsegel kleine, mit dem Wasser in die Mantelhöhle aufgenommene Nahrungskörper eingeleitet werden. Kiefer und Zunge fehlen stets. Die Speiseröhre erweitert sich in einen kugeligen Magen, an dessen Pylorustheil meist ein verschliessbarer Blindsack anhängt. Oft findet man noch entweder in der eben erwähnten blindsackartigen Ausstülpung des

Magens oder im Darmcanale ein stabförmiges durchsichtiges Gebilde (*Krystallstiel*), welches als ein periodisch sich erneuerndes Ausscheidungsproduct des Darmepithels erscheint. Der Darm erreicht überall eine ansehnliche Länge und erstreckt sich unter mehrfachen Windungen, von Leber und Geschlechtsdrüsen umlagert, in den Fuss hinein, steigt dann hinter dem Magen bis zum Rücken empor und mündet nach Durchsetzung des Herzens, über dem hinteren Schalenschliesser verlaufend, auf einer frei in den Mantelraum hineinragenden Papille am hinteren Leibesende aus. (Fig. 633.)

Der Kreislauf wird durch ein arterielles Herz unterhalten, welches, von einem Pericardium umschlossen, in der Mittellinie des Rückens etwas vor dem hinteren Schliessmuskel liegt und von dem Darmcanal durchbohrt wird. Das Blut tritt durch zwei seitliche Vorhöfe in das Herz ein. Bemerkenswerth ist die Duplicität des Herzens bei *Arca*, deren paarige Aorten aber zu einem unpaaren Gefässe zusammentreten. (Fig. 632.) Die Verästelungen der vorderen und hinteren Aorta führen das Blut in ein complicirtes System von Lacunen im Mantel und in den Zwischenräumen der Eingeweide. Dieses mit der Leibeshöhle zusammenfallende System von Bluträumen vertritt sowohl die Capillargefässe als die feineren Venennetze. Von venösen Bluträumen sind ein mittlerer unpaarer Sinus, in welchen das Lacunensystem des Fusses einführt, und zwei seitliche Sinus an der Basis der Kiemen hervorzuheben. Von jenen strömt das Blut theilweise direct, der Hauptmasse nach jedoch durch ein Netz von Canälen in der Wandung der Nieren oder Bojanus'schen Organe, wie durch eine Art Pfortaderkreislauf in die Kiemen ein, um von da als arterielles Blut in die Vorhöfe des Herzens zurückzukehren. Ein Zutritt von Wasser zum Blute durch besondere Oeffnungen am Fusse findet nicht statt; die Schwellnetze des Fusses sind Blutlacunen.

Fig. 632.



Thier von *Arca Noae*, Dorsalansicht, nach C. Grobben. Die hier doppelten Pericardialräume (*P*) sind eröffnet, der Enddarm bis auf das Anfangsstück (*D*) abpräparirt. *VS* vorderer Schalenschliesser, *HS* hinterer Schalenschliesser, *VR* vorderer Retractor des Fusses, *HR* hinterer Retractor, *V* Herzkammer, *A* Vorhof, *Ao* vordere, *Ao'* hintere Aorta, *N* Niere.

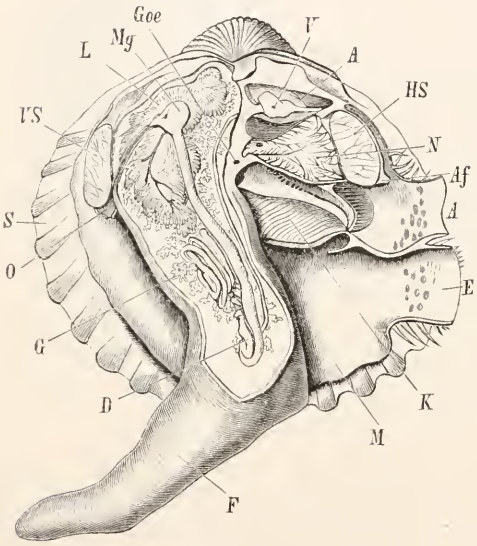
Einer grossen Zahl von Lamellibranchiaten kommt eine aus dem Pericardialepithel hervorgegangene sogenannte Pericardialdrüse zu: dieselbe tritt entweder in Form drüsiger Anhänge am Vorhofe auf (z. B. *Mytilus*, *Pecten*), oder stellt eine im Mantel gelegene, aus zahlreichen Blindsäcken zusammengesetzte Drüse vor, welche vorne in den Pericardialraum einmündet (*Unio*, *Venus* etc.).

In der Regel finden sich zwei Paare von Kiemenblättern, welche hinter den Mundlappen entspringen und längs der Seiten des Rumpfes nach hinten verlaufen. Auf ihrer Oberfläche tragen die Kiemenblätter ebenso wie ihre inter-

lamellären Wasserräume zum Unterhalten einer continuirlichen Wasserströmung Wimperhaare. Gewöhnlich ist die äussere, dem Mantel anliegende Kieme beträchtlich kleiner. Nicht selten fällt dieselbe vollkommen hinweg, so dass sich die Zahl der Kiemen auf ein einziges Paar reducirt. Zuweilen verwachsen auch die beiderseitigen Kiemen von hinten her längs der Medianlinie mit einander.

Von *Excretionsorganen* ist zunächst das nach seinem Entdecker benannte Bojanus'sche Organ hervorzuheben, ein paariger, länglich-ovaler, gefalteter Drüsenschlauch, dessen Höhlung mit dem Herzbeutel communicirt. (Fig. 628.) Die Substanz dieser als *Niere* fungirenden Drüse ist ein gelblich oder bräunlich gefärbtes schwammiges Gewebe, welches mit einem wimpernden Zellenbelag überkleidet ist, aus welchem kalk- und harnsäurehaltige Concremente (sowie *Guanin*) abgeschieden werden. Der einfacher gestaltete Endabschnitt (Vorhöhle) nimmt häufig die Leitungswege des Geschlechtsapparates auf, oder es münden beiderlei Organe jederseits auf gemeinsamer Papille. Bei den mit Mantelbucht versehenen *Siphoniaten* dagegen sind fast ausnahmslos Nieren- und Geschlechtsöffnungen getrennt.

Fig. 633.

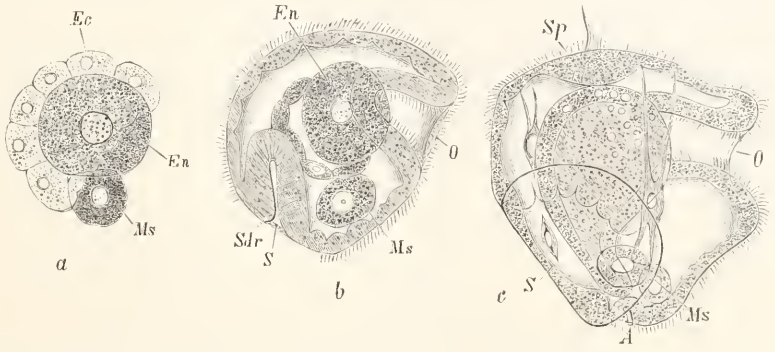


Anatomie von *Cardium tuberculatum*, nach C. Grobben. *S* rechte Schalenklappe, *M* rechter Mantellappen, *E* Einströmungssipho, *A* Ausströmungssipho, *F* der Springfuss, *VS* vorderer, *HS* hinterer Schalenschliesser, *O* Mund, *Mg* Magen, *D* Darm, *L* Leber, *Af* After, *V* Herzkammer, *A* Vorhof des Herzens, *N* Niere (Bojanus'sches Organ), *K* Kieme der rechten Seite, *G* Genitalorgan, *Goe* Geschlechtsöffnung.

Die Lamellibranchiaten sind mit Ausnahme weniger Gattungen (*Cyclas*, *Pecten*, *Ostrea*, *Clavagella*, *Pandora*) getrennten Geschlechtes. Beiderlei Geschlechtsdrüsen liegen zwischen den Eingeweiden und sind vielfach gelappte oder traubige Schläuche, welche neben der Leber aufsteigen und, die Windungen des Darmes umlagernd in die Basis des Fusses eintreten. Hoden und Ovarium sind gewöhnlich schon dem unbewaffneten Auge an ihrer Färbung kenntlich, indem dieses in Folge der Dotterfärbung roth, das Sperma dagegen milchweiss bis gelblich erscheint. Die Ausführungsöffnungen liegen rechts und links nahe der Basis des Fusses. Aehnlich verhalten sich in Form, Lage und Ausmündung die Zwitterdrüsen, deren samen- und eierbereitende Follikel entweder räumlich gesondert sind und dann bald in getrennten Mündungen (*Pandora*), bald in einer gemeinsamen Genitalöffnung (*Pecten*, *Clavagella*, *Cyclas*) nach aussen führen, oder dieselben Follikel fungiren abwechselnd bald als Hoden, bald als Ovarien (*Ostrea*, *Cardium norvegicum*). Uebrigens kommen auch unter den

Flussmuscheln hermaphroditische Individuen sowohl bei *Unio* als bei *Anodonta* vor. Bei den getrennt geschlechtlichen Formen können männliche und weibliche Thiere, wie dies für die süsswasserbewohnenden *Unioniden* gilt, eine verschieden geformte Schale besitzen, indem sich die Weibchen, deren äussere Kiemenfächer zur Aufnahme der Eier verwendet werden, durch gewölbtere

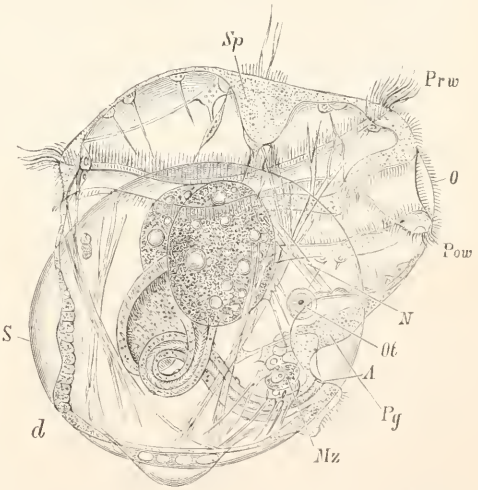
Fig. 634.



Entwicklungsstadien der *Teredo*-Larve, nach B. Hatschek. *a* Optischer Medianschnitt eines Embryos mit zwei Mesodermzellen (*Ms*) und zwei Entodermzellen (*En*). *Ec* Ectodermzellen. — *b* Bewimperter Embryo mit Mund (*O*), Magen, Darm und Schalendrüse (*Sdr*), *S* Schale. — *c* Späteres Stadium. *Sp* Scheitelplatte, *A* Analeinstülpung.

Schalen auszeichnen. Die Befruchtung kommt wahrscheinlich in der Regel im Mantel- oder Kiemenraum des mütterlichen Körpers zu Stande.

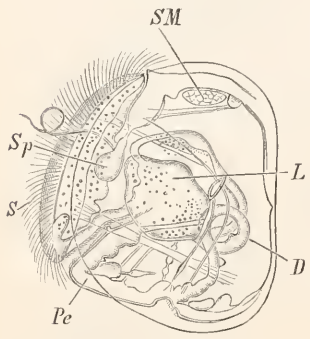
Nur wenige Lamellibranchiaten sind lebendig gebärend. Indessen bleiben fast allgemein die befruchteten Eier eine Zeit lang zwischen den Schalen oder gelangen in die Kiemenblätter, wo sie unter dem Schutze des Mutterleibes die Embryonalentwicklung durchlaufen. Besonders tritt die Brutpflege bei den Süsswasserbewohnern hervor: bei den *Unioniden* gelangen die Eier in den grossen Längscanal der äusseren Kiemenblätter und vertheilen sich von da in die Fächer derselben, welche mächtig erweitert werden. Die Eier mit den Embryonen werden dann als schollenförmige Massen oder gar als zusammenhängende Schnur durch den grossen Längscanal entleert.



d Teredo-Larve. *O* Mund, *A* After, *Prw* präoraler Wimperkranz, *Pow* postoraler Wimperkranz, *N* Kopfniere, *Ot* Otolithenblase, *Pg* Pedalganglion, *Mz* Mesodermzellen.

Die Bildung [1]) des Embryos wird durch eine inaequale Dotterfurchung eingeleitet. Die Furchungszellen ordnen sich zu einer Keimblase, an welcher durch Einstülpung (*Unio*) oder durch Umwachsung (*Teredo*) der Urdarm angelegt wird, während von zwei frühzeitig gesonderten, symmetrisch gelagerten Zellen die Entstehung des Mesoderms ausgeht. (Fig. 634.) Am Embryonalkörper, welcher theilweise mit Wimperhaaren bekleidet ist, bildet sich durch Einstülpung von Ectoderm bauchwärts der Oesophagus, sowie auf der Rückenseite die Schalenanlage (Schalendrüse). Bald tritt der frühzeitig angelegte präorale Wimperkranz als Wimpersegel hervor, zu welchem hinter dem Munde ein postoraler hinzukommt. Am vorderen Körperpole bildet sich die Scheitelplatte (Anlage des oberen Schlundganglions), am Hinterende des Körpers der Enddarm aus, welcher mit dem unterdessen entwickelten Mitteldarm in Verbindung tritt. Später entsteht die Larvenniere, das untere Schlundganglion mit dem Gehörorgan, sowie Mantel, Fuss und Kiemen.

Fig. 635.



Larve von *Montacuta bidentata*, nach Lovén. *S* Segel, *Sp* Scheitelplatte mit Griffel, *D* Darm, *L* Leber, *SM* vorderer Schalenmuskel, *Pe* Fuss.

Im Allgemeinen kann man die Embryonalentwicklung der Flussmuscheln (*Cyclas*, *Unio*, *Anodonta*), bei welchen die Eier und Embryonen in sehr geschützten Bruträumen aufgenommen werden, eine directere nennen. Die *Unio*-Larve ist mit provisorischem Byssus und Schalenhaken ausgestattet und durchläuft ihre weitere Entwicklung parasitisch an der Haut von Süsswasserfischen. Dagegen werden die marinen Lamellibranchiaten frühzeitig geboren und schwärmen als Larven mit ihrem schirmartig verbreiterten Wimpersegel, aus welchem durch Rückbildung die Mundlappen oder Lippentaster hervorgehen, längere Zeit umher. (Fig. 635.)

Die meisten Muschelthiere sind Meeresbewohner und leben in verschiedenen Tiefen, theils kriechend, theils schwimmend und springend. Viele entbehren der Ortsbewegung, indem sie sich frühzeitig mittelst des Byssusgespinnstes festsetzen, oder mit einer Schalenklappe auf Felsen und Gesteinen festwachsen (Austern). Andere, wie die Bohrmuscheln, bohren Gänge in Schiffholz, Pfahlwerk und in Felsen. Mit Rücksicht auf die Verbreitung der Lamellibranchiaten in früheren Erdperioden und die vortreffliche Erhaltung ihrer petrificirten Schalen sind zahlreiche Gattungen zur Bestimmung der Formationen als Leitmuscheln von der grössten Bedeutung.

Man hat die Lamellibranchiaten nach dem Vorhandensein oder Mangel von Siphonen in *Siphoniaten* und *Asiphonier* eingetheilt, indessen ist diese

[1]) Vergl. besonders Lovén, Bidrag till Kännedomen om Utvecklingen af Mollusca Acephala Lamellibranchiata. Stockholm, 1848. Carl Rabl, Ueber die Entwicklungsgeschichte der Malermuschel. Jena, 1876. B. Hatschek, Ueber die Entwicklungsgeschichte von Teredo. Arb. aus dem zool. Institute etc., Tom. III. Wien, 1881.

Classification mangelhaft und zudem für die fossilen Reste nicht verwerthbar. Naturgemässer erscheint die Verwerthung der Muskulatur in Verbindung mit der des Schlosses (Neumayr) zur Classification, wenn auch die Durchführung zur Zeit manche Schwierigkeiten bietet.

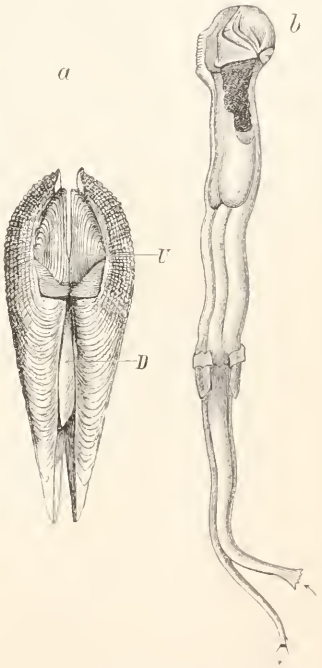
I. *Palaeoconchae*. Dünnschalig, ohne Schlosszähne oder nur mit schwachen Andeutungen solcher. Meist mit zwei gleichen Muskeleindrücken und ganzrandiger Mantellinie. Nur wenige Formen aus dem Silur sind bekannt geworden, bei welchen ausser den beiden Haupteindrücken noch eine Reihe accessorischer Muskelandeutungen in der Nähe der Wirbel und nach dem Hinterrande zu vorhanden ist. Möglicherweise waren ursprünglich die Muskeln in einer concentrischen Reihe um den Wirbel gelegen, aus der sich erst die zwei Adductoren hervorbildeten (Neumayr).

II. *Desmodontes*. Schlosszähne fehlen oder entwickeln sich im Zusammenhange mit den Ligamentträgern unregelmässig.

Fig. 637.

Schale von *Aspergillum Javanum*, nach Adams.

Fig. 636.



a Schale von *Pholas dactylus*. *U* Umbonalplatten, *D* Dorsalplatte. — *b Teredo navalis*, aus der Kalkröhre entnommen, mit ausgestreckten Siphonen, nach Quatrefages.

Fam. *Myidae*. Klaffmuscheln. Mantel fast ganz geschlossen, mit Schlitz zum Durchtritt des kurzen oder walzenförmig gestreckten Fusses, mit sehr langer fleischiger Athemröhre, die Schalen klaffen an beiden Enden. Graben sich tief im Schlamme und Sande ein. *Mya truncata* L., Klaffmuschel. Hier schliessen sich an die *Soleniden* mit *Solen vagina* L., Messerscheide, ferner die *Pholadomyidae* und *Corbulidae*.

Fam. *Mactridae*. Schalen trigonal, gleichklappig, geschlossen oder leicht klaffend, mit dicker Epidermis. Zwei divergirende Schlosszähne, sowie vorne und hinten Lateralzähne. Muskelbucht kurz gerundet. Siphonalröhren vereint, mit gefransten Oeffnungen. *Mactra stultorum* L., Mittelmeer. (Fig. 629.)

Fam. *Pholadidae*, Bohrmuscheln. Die beiderseits klaffenden Schalen ohne Schlosszähne und Ligament, aber mit accessorischen Kalkstücken, welche entweder an dem Schlosse (*Pholas*) oder an der Athemröhre (*Teredo*) anliegen. (Fig. 636.) Mantel mit nur kleiner Oeffnung für den Durchtritt des dicken stempelartigen Fusses, in eine lange Röhre auslaufend. Graben sich im Schlamme und Sande ein oder bohren in Holz und selbst in festem Gestein, in Kalkfelsen und Korallen Gänge, aus denen sie ihre verschmolzene Athemröhre hervorstrecken. *Pholas dactylus* L. (Fig. 636 *a*), *Ph. crassata* L., *Teredo navalis* L., Schiffsbohrwurm (Collectivbezeichnung). (Fig. 636 *b*.) War die Veranlassung zu dem bekannten Dammbruche in Holland am Anfange des vorigen Jahrhunderts.

Fam. *Gastrochaenidae* (*Tubicolidae*). Schalen dünn, gleichklappig, zahnlos, zuweilen in eine Kalkröhre eingefügt, welche durch Ausscheidung des Mantels entstanden ist.

Nur ein kleiner vorderer Schlitz bleibt am Mantel frei, der sich nach hinten in zwei verschmolzene Röhren mit endständigen Oeffnungen verlängert. *Gastrochaena clava* L., *Clavagella bacillaris* Desh. *Aspergillum javanum* Lam., Giesskannenmuschel, Indischer Ocean. (Fig. 637.) Hier schliesst sich an: *Saxicava* Bell.

III. *Taxodontes.* Schlosszähne zahlreich, undifferenzirt, zu einer geraden, gebogenen oder gebrochenen Reihe angeordnet.

Fam. *Arcidae*, Archemuscheln. Schalen dick, gleichklappig, mit sehr entwickeltem Schloss, von haariger Epidermis bekleidet. Die beiden Schalenschliesser bilden zwei gleich grosse vordere und hintere Muskeleindrücke. *Arca Noae* L., Mittelmeer. *Pectunculus pilosus* L., Mittelmeer.

Hier schliessen sich die *Nuculidae* an, deren Schlossbau nahe Beziehungen zu den Flussmuscheln bietet, so dass man diese ihrer Abstammung nach auf *Trigonia* zurückgeführt hat.

Mit den Taxodonten nahe verwandt sind die *Trigonidae*.

IV. *Heterodontes.* Schlosszähne in gerader Zahl deutlich in cardinale und laterale geschieden, wechselständig, die Zahngruben der gegenüberliegenden Klappe ausfüllend. Zwei gleiche Muskeleindrücke.

Fam. *Unionidae* (*Najades*), Flussmuscheln. Mit länglichen, gleichklappigen, aber ungleichseitigen Schalen, welche äusserlich von einer starken glatten, meist braunen Oberhaut und innen mit einer Perlmutterlage überzogen sind. Der eine Muskeleindruck ist getheilt. Fuss mit schneidender Längskante, Kiemen hinter dem Fuss verwachsen. Die äusseren Kiemenblätter sind zugleich Bruträume für die sich entwickelnden Eier. In stehendem oder fliessendem Wasser. *Anodonta cygnea* Lam., Teichmuscheln, in Teichen. *A. anatina* L., Entenmuschel, mehr in Flüssen und Bächen. *Unio pictorum* L., Malermuschel. *U. tumidus* Retz., *U. batavus* Lam. *Margaritana margaritifera* Retz., Flussperlmuschel, in Gebirgsbächen Süddeutschlands, besonders in Bayern, Sachsen, Böhmen. Liefert die Flussperlen.

Fam. *Chamidae*, Gienmuscheln. Schalen ungleichklappig, mit stark entwickelten Schlosszähnen und einfacher Mantellinie. Der Mantelrand bis auf drei Oeffnungen, den Fussschlitz, Kloaken- und Athemschlitz, verwachsen. *Chama Lazarus* Lam.

Nahe verwandt sind die *Tridacniden* und *Tridacna gigas* L., Riesenmuschel, und *Hippopus maculatus* Lam., Indischer Ocean.

Fam. *Cardiidae*, Herzmuscheln. Die gleichklappigen, ziemlich dicken Schalen sind herzförmig und gewölbt, mit grossen eingekrümmten Wirbeln, äusserem Ligamente und starkem, aus mehrfachen Zähnen gebildetem Schlosse. Die verwachsenen Mantelränder lassen ausser den kurzen Siphonen einen Schlitz frei zum Durchtritt des kräftigen und knieförmig gekrümmten, zur Schwimmbewegung dienenden Fusses. *Cardium edule* L., Nordsee und Mittelmeer. *C. tuberculatum* L., Mittelmeer. *Hemicardium cardissa* L., Ostindien.

Fam. *Lucinidae*. Schale kreisförmig, frei, geschlossen, mit einem oder zwei Schlosszähnen und einem zweiten ganz verkümmerten Seitenzahn. Mantellinie einfach. Mantel vorne offen, hinten mit ein oder zwei Siphonalröhren. *Lucina lactea* Lam., Mittelmeer.

Fam. *Cycladidae*[1]). Schale gleichklappig, frei, bauchig aufgetrieben, mit äusserem Ligament und dicker, horniger Epidermis. Mantel mit zwei (selten einer) mehr oder minder vereinigten Siphonalröhren. Süsswasserbewohner. *Cyclas cornea* L., *Pisidium* Pf., *Corbicula* Mühlf.

Fam. *Cyprinidae*. Schalen regelmässig, gleichklappig, oval gestreckt, geschlossen, mit dicker und starker Epidermis. Hauptschlosszähne ein bis drei und gewöhnlich ein hinterer Seitenzahn. Mantellinie einfach. Mantelränder zur Bildung zweier Siphonalöffnungen verwachsen. *Cyprina islandica* Lam., *Isocardia cor* L., Mittelmeer.

[1]) Fr. Leydig, Anatomie und Entwicklung von Cyclas. Müllers Archiv, 1855.

Fam. *Veneridae*. Schale regulär rundlich, oblong, mit drei divergirenden Schlosszähnen in jeder Klappe. Mantellinie ausgebuchtet. Die Athemröhren von ungleicher Grösse, an der Basis vereint. *Venus verrucosa* L., Mittelmeer. *V.* (*Tapes*) *decussata* L., *Cytherea Chione* L., essbar, Mittelmeer. *C. Dione* L., Atlantischer Ocean.

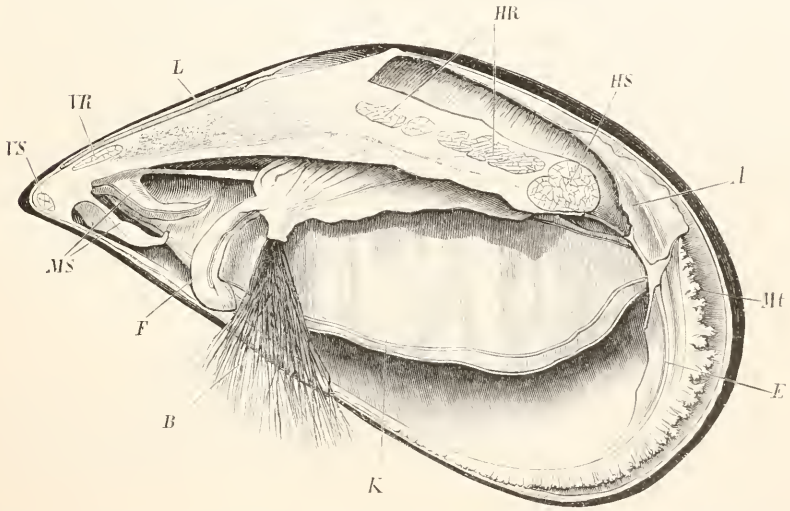
Fam. *Tellinidae*. Mit zwei langen, vollständig getrennten Athemröhren, tentakeltragendem, weitgeschlitztem Mantelrande und triangulärem Fusse. *Tellina baltica* Gm., *T. radiata* L., *Donax trunculus* L.

V. *Anisomyaria* (*Dysodontes*). Schlosszähne fehlen oder sind unregelmässig. Die beiden Schliessmuskeln sehr ungleich (*Heteromyariae*) oder auf einen einzigen reducirt (*Monomyaria*). Eine Mantelbucht fehlt.

a) *Heteromyaria*. Vorderer Schliessmuskel klein.

Fam. *Aviculidae*. Perlmuttermuscheln. Mit schiefen, ungleichklappigen Schalen von blättriger Textur und dicker innerer Perlmutterlage. (Fig. 630.) Mantel völlig ge-

Fig. 638.



Mytilus edulis, nach Abhebung der linken Schalenklappe und Entfernung des linken Mantellappens. *Mt* Mantel, *E* Einfuhrsöffnung, *A* Auswurfsöffnung, *VS* vorderer, *HS* hinterer Schalenschliesser, *VR* vorderer, *HR* hinterer Retractor, *L* Ligament, *MS* Mundsegel, *F* Fuss, *B* Byssus, *K* Kieme.

schlitzt. Fuss klein. Byssus absondernd. *Avicula hirundo* L., Golf von Tarent. *Meleagrina margeritifera* L., Perlmuschel, bewohnt besonders das indische und persische Meer, aber auch den mexikanischen Meerbusen. Sondert die Perlen[1]) ab. Die innere Schalenschicht kommt als Perlmutter in den Handel. *Malleus vulgaris* Lam., Indischer Ocean.

Fam. *Mytilidae*, Miesmuscheln. (Fig. 638.) Schalen gleichklappig, von starker Oberhaut überzogen. Der zungenförmige Fuss befestigt sich durch Byssusfäden. Mantel mehr oder minder frei bis auf eine kurze, am Rande gefranste Siphonalöffnung. *Pinna squamosa* Gm., Steckmuschel, Mittelmeer. *Mytilus edulis* L., essbare Miesmuschel der Nord- und Ostsee. *Lithodomus dactylus* Sow., im Mittelmeere (Serapistempel von *Pozzuoli*). *Dreyssena polymorpha* Pall., hat sich über viele Flussgebiete in Deutschland allmälig verbreitet.

[1]) Vergl. C. Moebius, Die echten Perlen etc. Hamburg. 1857.

b) *Monomyaria.* Mit einfachem Schliessmuskel.

Fam. *Pectinidae*, Kammmuscheln. Schalen gleichklappig oder ungleichklappig, dann aber ziemlich gleichseitig, mit geradem Schlossrand, häufig mit fächerförmigen Rippen und Leisten. Die freien und völlig gespaltenen Mantelränder tragen zahlreiche Tentakeln und oft smaragdgrüne Augen in grosser Zahl. Der kleine Fuss sondert oft Byssusfäden zur Befestigung ab. Einige sitzen auch mittelst ihrer gewölbten Schalenklappe fest (*Spondylus*), andere, wie die sogenannten Pilgermuscheln, bewegen sich schwimmend durch rasches Oeffnen und Schliessen der Schalen (*Pecten*). Viele sind essbar und werden wegen des feinen Geschmackes ihres Fleisches höher noch als die Austern geschätzt. *Pecten Jacobaeus* L., *P. maximus* L., *P. varius* L., Mittelmeer. *Spondylus gaederopus* L., *Lima squamosa* Lam.

Fam. *Ostreidae*, Austern. Schalen ungleich, blättrig, mit schwachem, meist zahnlosem Schlosse. Bei den echten Austern sitzt die gewölbtere linke Klappe fest, während die obere rechte Schale, durch ein inneres Ligament befestigt, wie ein Deckel der unteren Schale aufliegt. Mantel vollständig gespalten und am Rande gefranst, dagegen verwachsen die Kiemenlamellen theilweise an ihrem äusseren Rande. Fuss fehlt oder ist rudimentär. Siedeln sich meist colonienweise in den wärmeren Meeren an, wo sie Bänke von bedeutender Ausdehnung bilden können (*Austernbänke*). Auch waren sie bereits in früheren Erdperioden, besonders auch im Jura und in der Kreide vertreten. *Ostrea edulis* L., Auster, an den europäischen Küsten auf felsigem Meeresgrunde, umfasst wahrscheinlich eine Reihe nach dem Fundorte verschiedener Arten. Nach Davaine soll die Auster gegen Ende des ersten Jahres nur männliche Geschlechtsstoffe produciren und erst später vom dritten Jahre an weiblich werden und Brut erzeugen. Dagegen behauptet Moebius, dass sich das Sperma später ausbilde, nachdem die trächtigen Thiere ihre Eier entleert haben. Die Fortpflanzung fällt besonders in die Monate Juni und Juli, in welcher Zeit die Austern trotz ihrer ausserordentlichen Fruchtbarkeit einer Schonung bedürfen. *O. crista galli* Chem., im Indischen Ocean. *Anomia ephippium* L., *Placuna placenta* L.

III. Classe. Scaphopoda[1]), Scaphopoden.

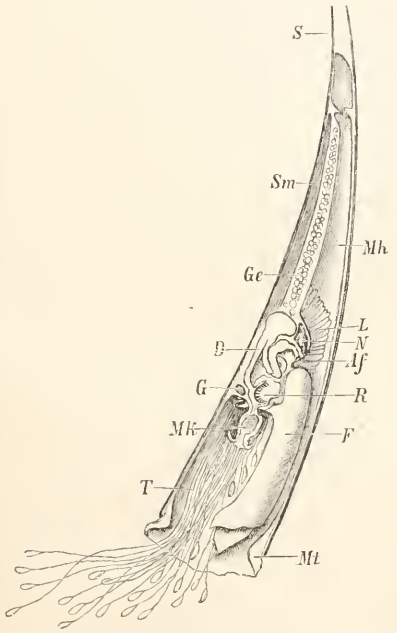
Bilateral-symmetrische Mollusken, ohne Kopf, Augen und Herz, mit dreilappigem Fusse, mit röhrenförmigem, an beiden Polen geöffnetem Mantel und Kalkschale, mit Cirrhen zu den Seiten des Mundes, mit Radula, getrennten Geschlechtes.

Erst durch die trefflichen Untersuchungen von Lacaze-Duthiers ist diese Gruppe von Mollusken, welche man lange Zeit als *Cirrobranchiaten* den Gastropoden unterordnete, aufgeklärt worden und wird ihrer zahlreichen Besonderheiten wegen am besten als besondere Classe in das System eingereiht werden. Der langgestreckte, etwas gekrümmte und nach oben zugespitzte Thierleib trägt einen sackförmigen Mantel und sondert eine gleichgestaltete Schale ab, in welcher er durch einen Muskel nahe dem schmalen Schalenrande angeheftet liegt. (Fig. 639.) Derselbe besitzt einen dreilappigen Fuss, welcher aus der grösseren unteren Schalenöffnung hervortritt. Ein gesonderter Kopfabschnitt fehlt, dagegen findet sich oberhalb des Fusses ein eiförmiger Aufsatz,

[1]) Lacaze-Duthiers, Histoire de l'organisation et du développement du Dentale Ann. des sc. nat., 1856—1858. A. Kowalevsky, Étude sur l'Embryogénie du Dentale. Ann. du Musée d'hist. nat. Marseille, Tom. I. 1883.

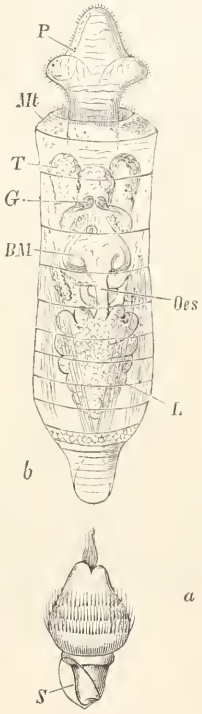
an dessen Spitze die von acht blattähnlichen Lippenanhängen umstellte Mundöffnung liegt. Zu den Seiten des Mundkegels entspringen auf zwei Wülsten zahlreiche fadenförmige, bewimperte Tentakel, welche zur unteren Mantelöffnung hervorgestreckt werden und vornehmlich der Nahrungsaufnahme dienen. Als Mundbewaffnung ist sowohl ein Kieferrudiment, als eine mit fünf Plattenreihen besetzte Zunge vorhanden. Der Nahrungscanal zerfällt in Schlund, Speiseröhre, Magen mit umfangreicher Leber und in einen Darm, welcher nach mehrfachen, knäuelartig zusammengedrängten Windungen hinter dem Fusse median in den

Fig. 639.



Dentalium, mit Ausnahme des Fusses im Längsschnitte dargestellt, nach Grobben. *S* Schale, *Mt* Mantel, *Sm* Schalenmuskel, *Mh* Mantelhöhle, *F* Fuss, *Mk* Mundkegel, *T* Cirrhen, *R* Radula, *D* Darm, *L* Leber, *Af* After, *G* Gehirnganglion, *N* Niere, *Ge* Geschlechtsdrüse.

Fig. 640.



Larve von *Dentalium*, nach Lacaze-Duthiers. *a* Junge Larve mit Schalenanlage (*S*). *b* Aeltere Larve vom Rücken gesehen. *P* Fuss, *BM* Buccalmasse, *Oes* Oesophagus.

Mantelraum ausmündet. Zwei Mantelgefässe, complicirte Lacunen der Leibeshöhle, führen das Blut. Die Athmung geschieht durch die Mantelfläche und wohl auch durch die fadenförmigen Tentakel. Die Niere ist paarig in der Umgebung des Mastdarmes gelegen und mündet durch zwei Oeffnungen rechts und links vom After aus. Das Nervensystem besteht aus den drei Gangliengruppen, von denen das Fussganglion zwei Gehörblasen trägt. Augen fehlen. Als Tastorgane sieht man die zahlreichen bewimperten Tentakelfäden an. Die Röhrenschnecken sind getrennten Geschlechts. Ovarien und Hoden liegen als unpaare, fingerförmig gelappte Drüsen hinter Leber und Darm und münden mit der rechten Niere

aus. Die Thiere leben versenkt im Schlamme und kriechen mit schräg erhobener Schale mittelst des Fusses langsam umher. Die Entwicklung der Eier zum Embryo wird durch eine inaequale Furchung eingeleitet. Die Bildung der Gastrula erfolgt durch Einstülpung. Das Mesoderm scheint durch zwei Zellen angelegt zu werden. Die Jungen schwärmen eine Zeit lang als Larven mit Wimperbüschel und Wimperkragen umher, erhalten dann den Mantel, eine fast zweiklappige Schale und den Fuss; erst später gestaltet sich der Mantel, sowie die Schale röhrenförmig. (Fig. 640.)

1. Ordnung. **Solenoconchae, Röhrenschnecken.**

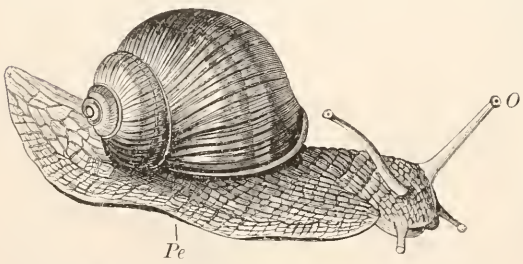
Fam. *Dentalidae*. *Dentalium entalis* L., *D. elephantinum* L., Mittelmeer und Indischer Ocean.

IV. Classe. Gastropoda[1]), Bauchfüsser.

Weichthiere mit gesondertem, oft tentakeltragendem Kopfe, bauchständigem, oft söhligem Fusse und ungetheiltem Mantel, welcher sich nach Art einer Kaputze am Rücken erhebt und häufig ein einfach tellerförmiges oder spiralig gewundenes Gehäuse absondert.

Der vordere, als Kopf bezeichnete Abschnitt trägt gewöhnlich zwei oder vier Fühler und zwei Augen, welche der Spitze, in der Regel der Basis eines Fühlerpaares aufsitzen. (Fig. 641.) Am Rumpfe erhebt sich der bauchständige muskulöse Fuss, dessen Form und Grösse mehrfache Modificationen aufweist. In der Regel stellt derselbe eine breite und lange Sohle dar, dagegen ist derselbe bei den *Heteropoden* eine senkrecht erhobene Flosse, bei den *Pteropoden* durch Entwicklung paariger Theile (Epipodien) flügelförmig gestaltet. Für die Gestaltung des Rumpfes erscheint die Lage und Form des Mantels wichtig. Dieser erhebt sich nach Art einer Mütze oder Kaputze auf dem Rücken und bildet eine mehr oder minder umfangreiche Duplicatur, deren Rand meist verdickt, zuweilen auch in Lappen verlängert oder in Fortsätze ausgezogen ist. Die untere Mantelfläche begrenzt in der Regel als Decke eine auf die Rückenfläche und auch auf die Seiten des Rumpfes ausgedehnte Höhlung, welche das Respirationsorgan in sich aufnimmt.

Fig. 641.

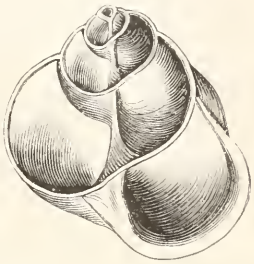


Helix pomatia. *O* Augen an der Spitze des langen Fühlerpaares, *Pe* Fuss.

[1]) Ausser Cuvier l. c. vergl. Martini und Chemnitz, Conchylien-Cabinet. 12 Bde. Herausgegeben von Küster. Nürnberg, 1837—1865. Sowerby, Thesaurus conchyliorum or figures and descriptions of shells. London, 1832—1862. Reeve, Conchologia iconica etc. London, 1842—1862. H. und A. Adams, The Genera of the recent Mollusca. 3 Vols. London, 1858. H. Troschel, Das Gebiss der Schnecken. Berlin, 1856—1878. Woodward, Manual of the Mollusca. 2d Ed. London, 1868. J. W. Spengel, Die Geruchsorgane und das Nervensystem der Mollusken, Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XXXV, 1881.

Der Eingeweidesack entwickelt sich, vom Mantel umrahmt, an der dorsalen Seite meist bruchsackartig hervortretend. Die ursprüngliche symmetrische Ausbildung desselben findet sich nur bei den Placophoren (*Chiton*) bewahrt, ist jedoch bei allen übrigen Gastropoden gestört, indem der Eingeweidesack nach vorne gedreht, meist zugleich spiralig aufgerollt und nach dem oberen Ende allmälig verjüngt erscheint. Mantel und Eingeweidesack werden von dem Gehäuse bedeckt, welches die Form der Windungen der letzteren wiederholt und meistens auch Kopf und Fuss beim Zurückziehen des Thieres vollkommen in sich aufnehmen kann.

Fig. 642 *a*.



Durchschnitt durch das Gehäuse von *Helix pomatia*.

Das Gehäuse stellt sich in der Regel als feste Kalkschale dar, deren Structur eine ähnliche Beschaffenheit wie die Perlmutterschicht der Muschelschale besitzt. Zuweilen bleibt die Schale zart, hornig und biegsam, oder es tritt eine gallertige (*Tiedemannia*) bis knorpelige (*Cymbulia*) innere Schale auf. Seltener erscheint die Schale so klein, dass sie nur die Mantelhöhle mit dem Respirationsorgane bedeckt oder ganz in der Mantelhaut verborgen liegt (*Limax*, *Pleurobranchiaten*). In anderen Fällen wird sie frühzeitig abgeworfen, so dass den Thieren im reiferen Alter ein Gehäuse völlig abgeht (viele marine Nacktschnecken). Im Gegensatze zu den Lamellibranchiaten bleibt die Schale einfach, und zwar erscheint sie entweder flach und napfförmig (*Patella*) ohne Gewinde, oder in sehr verschiedener Weise spiral gewunden von einer flachen scheibenförmigen bis zu der lang ausgezogenen, thurmförmig verlängerten Spirale. (Fig. 642 *a*.) Mit dem Wachsthum des Thieres wächst die Schale an ihrem dem Mantelrande aufliegenden Saume weiter (Anwachsstreifen) und erhält bei ungleichmässigem Wachsthum Spiralwindungen, deren Durchmesser allmälig und continuirlich sich vergrössert. In seltenen Ausnahmen wächst die Schale später unregelmässig, und bildet anstatt der Spiralwindungen eine lange gebogene Röhre wie z. B. bei *Magilus* (Fig. 642 *b*.) Da das unsymmetrische Wachsthum der Schale in dem ungleichmässigen Wachsthum des Körpers seinen Grund hat, so begreift es sich, dass zur Seite der grösseren Aussenlippe der Schale die unpaaren Organe (After, Geschlechtsöffnung) münden. Man unterscheidet den *Scheitel* oder die Spitze (*Apex*) als den Theil des Gehäuses, an welchem die Bildung desselben begann und die Spiralwindungen ihren Anfang nahmen, ferner die *Mündung* (*Apertura*), welche in die letzte und meist grösste Windung einführt und mit ihren beim ausgewachsenen Thiere aufgewulsteten *Lippen* (*Peristoma*) dem Mantelrande aufliegt. Die Windungen drehen

Fig. 642 *b*.

Schale von *Magilus antiquus*. (règne animal).

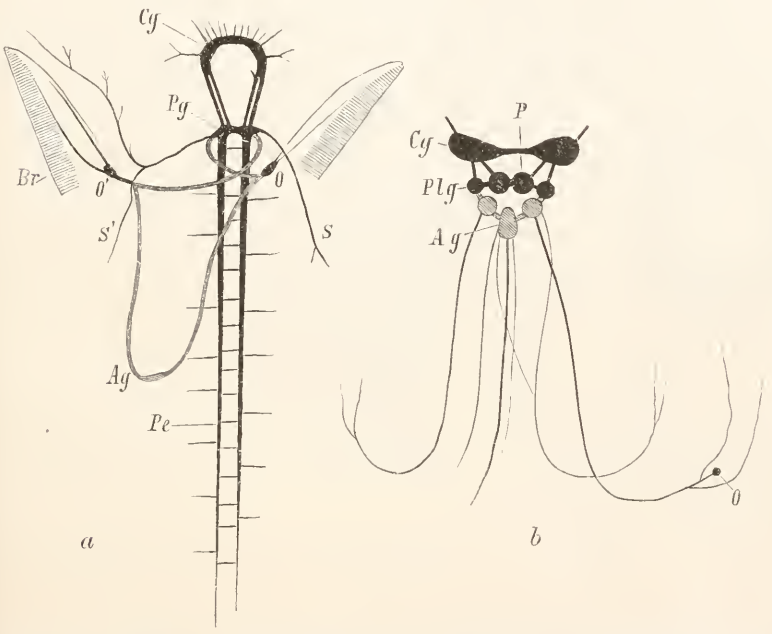
sich rechts — und dann wird das Gehäuse mit dem Apex nach rechts gewendet am Rücken getragen und After wie Geschlechtsöffnungen münden rechtsseitig — selten links um eine von der Spitze nach der Mündung gerichtete Achse, welche entweder durch eine solide Spindel (*Columella*) oder einen hohlen Canal derselben bezeichnet wird, dessen Mündung man als Nabel (*Umbo*) benennt. Dieser kann, falls die Windungen von der Achse entfernt bleiben, zu einem hohlen, fast kegelförmigen Raum mit weitem Nabel werden (*Solarium*). In der Regel legen sich die Windungen unmittelbar an einander an; seltener bleiben die Windungen getrennt (*Scalaria pretiosa*). Nach der Lage der Spindel unterscheidet man einen Spindelrand oder innere Lippe und einen Aussenrand oder äussere Lippe der Apertur. Diese letztere erweist sich entweder ganzrandig (*holostom*) oder durch eine Ausbuchtung unterbrochen, welche sich oft in einem canalartig ausgehöhlten Fortsatz verlängert (*siphonostom*). Bei vielen Schnecken kommt zum Gehäuse ein Deckel (*Operculum*) hinzu, der meist am hinteren Ende des Fusses aufsitzt und beim Zurückziehen des Thieres die Schalenöffnung verschliesst. Viele Landschnecken sondern vor Eintritt des Winterschlafes einen Kalkdeckel ab, welcher im kommenden Frühling wieder abgestossen wird.

Die äussere schleimige Körperhaut besteht aus einem oberflächlichen, häufig Wimperhaare tragenden Cylinderepithel und einer bindegewebsreichen Unterhaut, von welcher die Hautmuskulatur nicht zu trennen ist. Der Haut sind Kalk- und Pigmentdrüsen eingelagert, besonders dicht gehäuft am Mantelrande, wo dieselben das Wachsthum, sowie die eigenthümliche Färbung der Schale bedingen. Diese wird ganz nach Art von Cuticularbildungen durch das Epithel abgesondert und erstarrt, indem die der organischen Grundlage beigemengten Kalksalze eine feste und krystallinische Beschaffenheit annehmen. Die oberste Schicht der Schale bleibt oft als zarte, dünnhäutige Epidermis unverkalkt, während ihre innere Fläche sich durch Perlmutterschichten verdickt. Die Verbindung des Thieres mit der Schale wird durch einen Muskel bedingt, welcher wegen seiner Lage an der Spindel (Columella) Spindelmuskel heisst. Derselbe entspringt am Rücken des Fusses und setzt sich am Anfang der letzten Windung an der Spindel fest.

Das *Nervensystem* zeigt grosse Uebereinstimmung mit dem der Lamellibranchiaten, bietet aber im Einzelnen manche Verschiedenheiten. Bei den *Placophoren*, deren Nervensystem mit dem von *Neomenia* und *Chaetoderma* nahe Beziehungen bietet, sind die Ganglienknoten noch nicht gesondert. (Fig. 627.) In allen anderen Fällen treten die drei typischen Ganglieugruppen auf. Die durch eine obere Querbrücke verbundenen Cerebralganglien entsenden eine Commissur zu den Pedalganglien, sowie eine zweite zu den Visceralganglien, die jedoch auch direct den Cerebralganglien anliegen können. In der Regel sind noch zwei seitliche Ganglien vorhanden, die sogenannten *Commissural-* oder *Pleuralganglien*, welche mit dem Cerebral- und Pedalganglion durch Commissuren in Verbindung stehen und von denen die Visceralcommissur ausgeht. Die Eingeweideganglien sind meist in mehrfacher Zahl vorhanden

und liefern die Nerven zu den Geschlechtsorganen, Nieren und Herz, Kiemen und Mantel. Bei den Prosobranchien macht sich in der Lage der Visceralcommissur mit ihren Ganglien und austretenden Nerven ein eigenthümliches Verhältniss geltend, indem (*Chiastoneuren*) als Folge der nach rechts erfolgten Drehung des Eingeweidesackes die Commissur vom rechten Pleuralganglion über den Darm nach links verläuft und hier ein sogenanntes „*Supraintestinalganglion*“ bildet, welches die linke Seite versorgt, während die vom linken Pleuralganglion abgehende Commissur unter dem Darm nach rechts läuft und aus einem kleinen „*Subintestinalganglion*“ den die rechte Seite versorgenden

Fig. 643.



a Nervensystem von *Haliotis*. *Cg* Cerebralganglion, *Pg* Pleuropedalganglion, *Ag* Abdominalganglion, *O* und *O'* Geruchsorgane, *Pe* Pedalstränge, *S* und *S'* Seitennerven, *Br* Kiemen. — *b* Nervensystem von *Limnaeus*. *P* Pedalganglion, *Plg* Pleuralganglion (Commissuralganglion). Nach Lacaze-Duthiers (schematisch, nach Spengel).

Nerven austreten lässt. (Fig. 643.) Ueberall bildet ein vom Gehirn verlaufender Nerv meist an jeder Seite der Speiseröhre ein *Buccalganglion*, dessen Nerven zur Schlundwand und zum Darm treten.

Von Sinnesorganen [1]) treten Augen, Gehörblasen, Tast- und Geruchsorgane auf. Die von einer Linse erfüllten und hinter derselben eine becherförmige Retina besitzenden *Augen* (Fig. 644) sind in doppelter Zahl vorhanden und liegen meist an der Spitze von Stielen, welche aber in der Regel mit den

[1]) V. Hensen, Ueber das Auge einiger Cephalophoren. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XV, 1865. W. Flemming, Untersuchungen über Sinnesepithelien der Mollusken. Archiv für mikrosk. Anat., Tom. VI, 1870.

Fühlern verschmelzen. Die bedeutendste Grösse und höchste Ausbildung erlangen die Augen der *Heteropoden*, bei welchen sie, in besonderen glashellen Kapseln befestigt, eine Bewegung des Bulbus gestatten. Die beiden im Innern bewimperten *Gehörblasen* sind mit Ausnahme der *Heteropoden* und einiger *Prosobranchien* mit dem Fussganglion verbunden, doch entspringt der zugehörige Nerv stets im Gehirn. Als Tastorgane hat man vor Allem die Fühler anzusehen, ferner die oft wulstigen Lippenränder, aber auch lappenartige Verlängerungen, welche sich hin und wieder am Kopfe, Mantel und Fusse finden. Die Fühler kommen meist in doppelter Zahl vor und fehlen nur ausnahmsweise vollständig. Dieselben sind einfache contractile Fortsetzungen der Körperwand, welche zuweilen (*Pulmonaten*) eingestülpt werden können. Ueberall wohl sind eigenthümliche Haarzellen, deren Haarbüschel bei den Wassermollusken pinselförmig hervorragen, als Sitz einer besonderen Empfindung anzusehen. Dieselben sind über die ganze Oberfläche des Körpers verbreitet und an den zur Tastempfindung dienenden Körpertheilen besonders gehäuft. Die Fühler der Landschnecken besitzen an ihrer Endplatte zwischen besonders geformten Epithelzellen eine sehr reiche Ausbreitung feiner Sinneszellen (Kölbchen mit Stiften, Flemming) und fungiren wahrscheinlich als Spürorgane. Neuerdings wurde ein Organ, welches von dem Supraintestinalganglion aus innervirt wird, die Nebenkieme der Autoren als Sinnesorgan erkannt und als Geruchsorgan gedeutet. Bei den Zeugobranchien (*Fissurella*, *Haliotis*) sind diese Organe paarig vorhanden. (Fig. 643 *a*.)

Fig. 644.

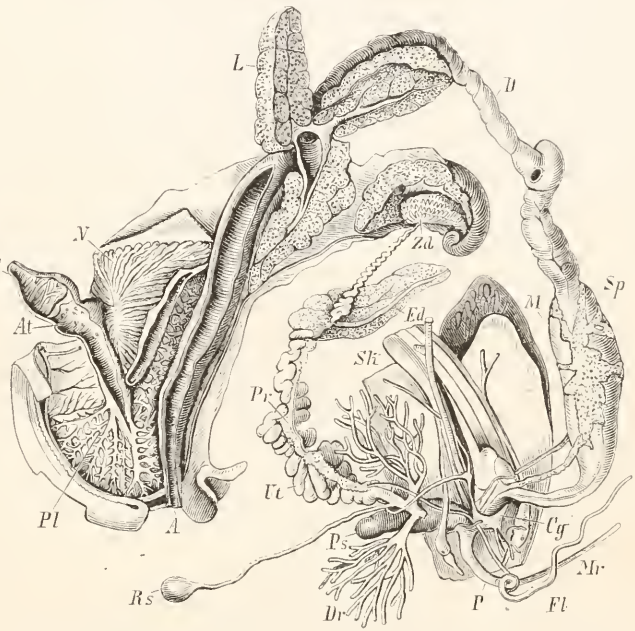
Auge von *Helix* nach Carrière. *Ep* Epidermis, *L* Linse, *N* Nerv, dessen Fasern in die Stäbchenzellen der Retina übergehen.

Die *Verdauungsorgane* verlaufen seltener in gerader Richtung, gewöhnlich unter mannigfachen Windungen, zuweilen knäuelartig zusammengedrängt im Leibesraum, biegen in der Regel nach vorne um und münden meist rechtsseitig vorne in dem Mantelraume; zuweilen aber mündet der After auch auf der Rückenfläche weit nach hinten gerückt. Viele, und zwar die höher stehenden Gastropoden, besitzen einen von der Basis aus einstülpbaren Rüssel, andere eine von der Spitze aus einziehbare Schnauze. Die von Lippenrändern umgrenzte Mundöffnung führt in eine mit festen Kautheilen bewaffnete Mundhöhle, in welche zwei Speicheldrüsen einmünden. Aus derselben entspringt die Speiseröhre, dann folgt ein erweiterter, meist blindsackförmiger Magendarm und auf diesen der meist lange, mehrfach gewundene Dünndarm, von einer sehr umfangreichen, vielfach gelappten Lebermasse umhüllt, welche vornehmlich den oberen Theil des Eingeweidesackes ausfüllt und ihr Secret in den Darm, aber auch in den sogenannten Magen ergiesst. (Fig. 645.) Die Gestaltung des Verdauungscanals und der Leber bietet im Einzelnen zahlreiche und wesentliche Modificationen, unter denen der mit Leberblindsäcken versehene Darm der *Phlebenteraten* die bemerkenswertheste ist. (Fig. 646.) Der

Enddarm zeichnet sich durch seine Weite aus und kann als Mastdarm (Rectum) unterschieden werden.

Die Bewaffnung der Mundhöhle wird theils durch Kiefer an der oberen Schlundwand, theils durch die sogenannte Reibmembran (*Radula*) eines zungenartigen Wulstes im Boden der Mundhöhle gebildet. Der Kiefer liegt als bogenförmige Hornplatte dicht hinter dem Lippenrand oder zerfällt in zwei seitliche, sehr verschieden geformte Stücke, zwischen denen bei einigen Pulmonaten ein unpaares Kieferstück bestehen bleibt. Unterkiefer fehlen, dagegen liegt im Boden der Mundhöhle ein theils muskulöser, theils knorpeliger Wulst, welcher wegen der Aehnlichkeit mit der Zunge der Wirbelthiere die gleiche Bezeichnung erhalten hat. (Fig. 647.) Die Oberfläche desselben ist mit einer derben Membran, der Reibplatte oder *Radula*, bekleidet, auf welcher sich charakteristisch gestaltete, in Querreihen angeordnete Plättchen, Zähne und Haken erheben. Nach hinten setzt sich die Radula in eine cylindrische Tasche, die sogenannte *Zungenscheide*, fort, welche aus dem unteren Ende der Mundmasse schlauchartig hervorragt und als Bildungsstätte der Radula fungirt. Grösse, Zahl und Form der Platten oder Zähne auf der Oberfläche der Rudula variiren überaus und liefern für die Gattungen und Familien systematisch wichtige Charaktere. An den Querreihen der Platten, den sogenannten *Gliedern* der Reibmembran, unterscheidet man *Mittelplatten*, *Zwischenplatten* und *Seitenplatten*. (Fig. 648 *a*, *b*.) Nach der besonderen Gestaltungsweise der Radulabewaffnung glaubte Troschel natürliche Abtheilungen bilden zu können. Indessen bedarf diese einseitige systematische Anschauung mancherlei Correcturen, wie vornehmlich für die Taenioglossen und Rhipidoglossen nachgewiesen wurde.

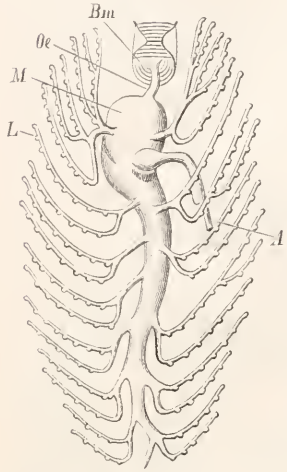
Fig. 645.



Anatomie der Weinbergschnecke (*Helix pomatia*), nach Cuvier. Die Mantelhöhle linksseitig gespalten und der Mantel nach rechts umgeschlagen. Sodann sind nach Eröffnung der Körperhöhle die Eingeweide auseinandergelegt. *Cg* Cerebralganglion, *Sp* Speicheldrüse, *M* Magen, *D* Darm, *L* Leber, *A* After, *N* Niere, *At* Atrium, *C* Ventrikel, *Pl* Lunge, *Zd* Zwitterdrüse, von Leberlappen umhüllt, *Ed* Eiweissdrüse, *Pr* Prostata, *Ut* Uterus, *Rs* Receptaculum seminis, *Dr* fingerförmige Drüsen, *Ps* Pfeilsack, *P* Penis, *Fl* Flagellum, *Mr* Retractor, *Sk* Spindelmuskel.

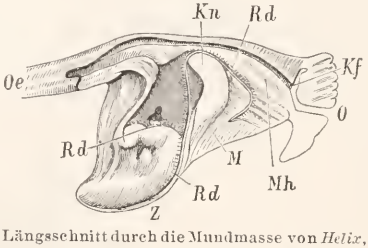
Das *Gefässsystem* zeigt mehrfache und wesentliche Abweichungen. Das Herz liegt, von einem besonderen Pericardium umschlossen, meist zur Seite gedrängt in der Nähe der Athmungsorgane. (Fig. 649.) In der Regel besteht dasselbe aus einer kegelförmigen Kammer mit austretender Aorta und einem den Athmungsorganen zugekehrten Vorhof, in welchen das Blut durch Venen einströmt. Der letztere erscheint bei einigen *Gastropoden* (*Haliotis*, *Fissurella*) paarig (doppelte Kiemen), und dann ist die Uebereinstimmung mit den *Lamellibranchiaten* um so grösser, als in diesen Fällen auch der Mastdarm die Herzkammer durchbohrt. Die Aorta spaltet sich gewöhnlich in zwei Arterienstämme, von denen sich der eine nach vorne fortsetzt und mehrfache Verzweigungen in den Kopf und Fuss schickt, der andere rückwärts nach den Eingeweiden verläuft. Die Enden der Arterien öffnen sich in wandungslose Bluträume der Leibeshöhle, aus denen das Blut entweder ohne Dazwischentreten von Gefässen (*Heteropoden* und viele *Nudibranchien*) oder durch sogenannte Kiemen- (Lungen-) Arterien nach den Respirationsorganen und von da durch Kiemen-(Lungen-) Venen nach dem Herzen zurückgeführt wird. Die Einrichtungen, welche Wasser in die Bluträume eintreten lassen sollten, haben sich als nicht diesem Zwecke dienlich erwiesen. Nur bei *Natica* wurde in neuester Zeit das Vorhandensein besonderer Wasserporen und Wasserräume wahrscheinlich gemacht.

Fig. 646.



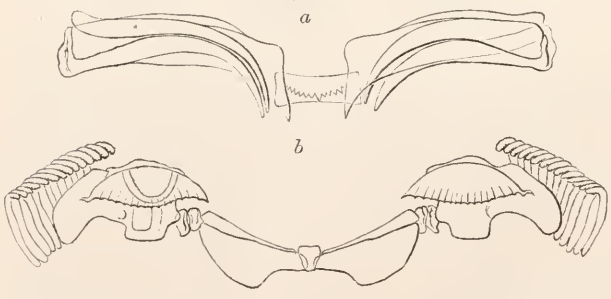
Darm von *Aeolis papillosa*, nach Hancock. *Bm* Buccalmasse, *Oe* Oesophagus, *M* Magendarm, *L* Leberschläuche, welche in die Anhänge des Rückens eintreten, *A* After.

Fig. 647.



Längsschnitt durch die Mundmasse von *Helix*, nach W. Keferstein. *O* Mund, *Mh* Mundhöhle, *M* Muskeln, *Rd* Radula, *Kn* Zungenknorpel, *Z* Zungenscheide, *Kf* Kiefer, *Oe* Oesophagus.

Fig. 648.

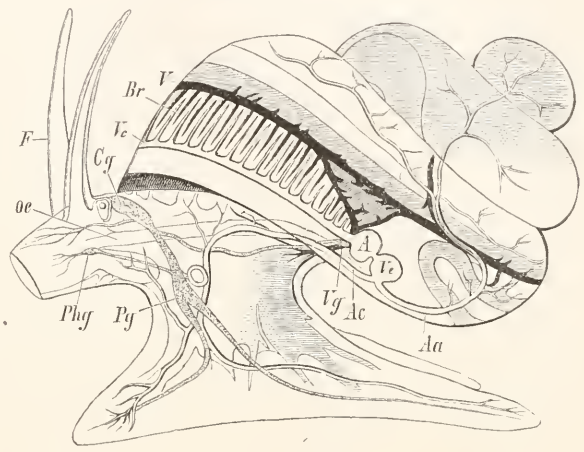


a Ein Glied der Radula von *Pterotrachea Lesueurii*, nach Macdonald. *b* Ein Glied der Radula von *Neritina fluviatilis*, nach S. Lovén.

Nur wenige Gastropoden respiriren ausschliesslich durch ihre Körperhaut; bei Weitem die meisten athmen durch Kiemen, viele durch Lungen, wenige durch Lungen und Kiemen zugleich. Die Kiemen sind meist blatt-

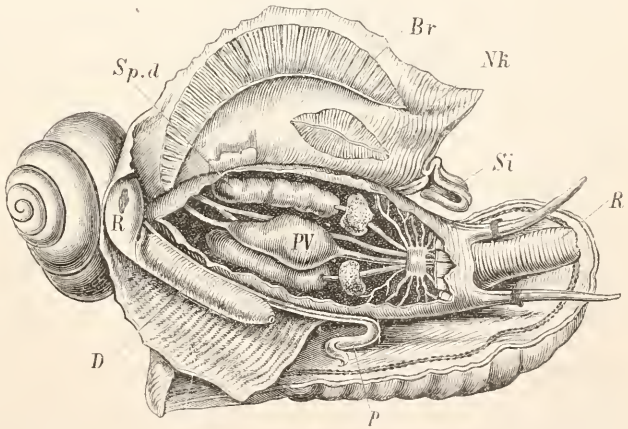
förmige oder gefiederte Hautanhänge, welche in der Regel zwischen Mantel und Fuss von der Mantelduplicatur umschlossen liegen, selten frei der Rückenfläche aufsitzen. Der Mantelraum ist daher zugleich die Athemhöhle. Die Duplicität der Kiemen (*Placophoren, Zeugobranchien*) erscheint als ursprünglicher Zustand, macht meist aber einer asymmetrischen Ausbildung Platz, indem blos eine Kieme erhalten bleibt. (Fig. 650.) Die Luftathmung beschränkt sich auf einige *Prosobranchien* und auf die *Pulmonaten*. Auch hier dient der Mantelraum als Athemhöhle und unterscheidet sich dadurch von der Kiemenhöhle, dass die Decke der mit Luft erfüllten Cavität der Kieme entbehrt und dafür an ihrer inneren Fläche ein reiches Netzwerk von Bluträumen und Gefässen entwickelt. Die Kiemen-, respective Lungenhöhle communicirt durch eine längere Spalte des Mantelrandes oder durch eine runde, verschliessbare Oeffnung mit dem äusseren Medium; häufig setzt sich der Mantelrand um die Athemöffnung, analog dem Sipho der Lamellibranchiaten, in eine verschieden lange Athemröhre (Fig. 650) fort, welcher in der Regel ein Ausschnitt oder canalartiger Fortsatz des Gehäuses entspricht.

Fig. 649.



Nervensystem und Kreislaufsorgane von *Paludina vivipara*, nach Leydig. *F* Fühler, *Oe* Oesophagus, *Cg* Cerebralganglion mit dem Auge, *Pg* Pedalganglion mit anliegender Gehörblase, *Vg* Visceralganglion, *Phg* Pharyngealganglion, *A* Atrium des Herzens, *Ve* Ventrikel, *Ao* Aorta abdominalis, *Ac* Aorta cephalica, *V* zuführende Kiemenvene, *Ve* zurückführende Vene, *Br* Kieme.

Fig. 650.



Anatomie von *Cassis cornuta*, nach Quoy. *R* Rüssel, *Si* Sipho, *Nk* Geruchsorgan (sogenannte Nebenkieme), *Br* Kieme, *Spd* Speicheldrüsen, *PV* Proventriculus, *D* Afterdarm, *R* Niere, *P* Penis.

Für die Classification der grösseren Gruppen ist die Bildung der Athmungswerkzeuge von Bedeutung geworden. Im Allgemeinen kann man mit

Milne Edwards nach der Lage der Respirationsorgane zu dem Herzen und dessen Vorhof zwei grosse Abtheilungen gegenüberstellen: *Opisthobranchien*, deren Vorhof und Kieme hinter der Herzkammer liegt, und *Prosobranchien*, deren Vorhof und Kieme vor der Herzkammer seine Lage nimmt. Den letzteren schliessen sich in diesem Charakter die *Heteropoden* und die meisten *Lungenschnecken* (*Pulmonaten*) an, welche freilich in manchen Verhältnissen ihrer Organisation und auch als Hermaphroditen den *Opisthobranchien* näher stehen.

Das wichtigste Absonderungsorgan der Cephalophoren, die *Niere*, entspricht nach Lage und Bau dem Bojanus'schen Organe der Lamellibranchiaten. (Fig. 650.) Indessen ist dieselbe meist unpaar und liegt in der Nähe des Herzens als ein länglich dreieckiger Sack mit spongiöser (seltener mit glatter) Wandung von gelblichbrauner Färbung, welcher durch einen Wimpertrichter mit dem Pericardialraum in Verbindung steht. Das Secret der Drüse besteht grossentheils aus festen Concrementen, welche in den Zellen der Wandung ihren Ursprung nehmen und aus Harnsäure, Kalk und Ammoniak bestehen. Entweder öffnet sich der Drüsensack der Niere unmittelbar durch eine verschliessbare Spalte, oder vermittelst eines besonderen, neben dem Mastdarm verlaufenden Ausführungsganges, überall in der Nähe des Afters in die Mantelhöhle.

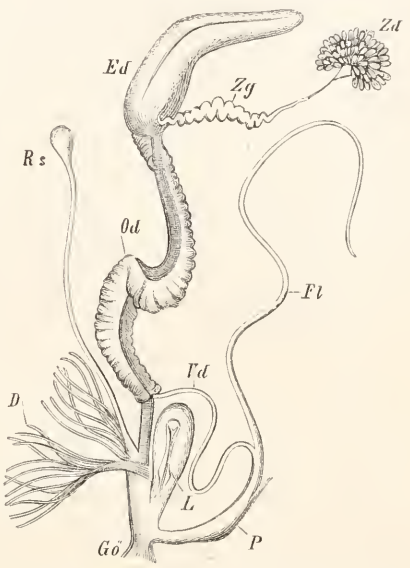
Die Gastropoden besitzen ziemlich allgemein in der Decke der Athemhöhle eine *Schleimdrüse*, welche oft eine erstaunliche Menge ihres Secretes aus dem Athemloche zu ergiessen vermag. Bei den Purpurschnecken (*Purpura*, *Murex*) liegt in der Decke der Athemhöhle neben dem Mastdarme die sogenannte Purpurdrüse, eine längliche, weisslichgelbe Drüsenmasse, deren farbloses Secret nach den Untersuchungen von Lacaze-Duthiers unter dem Einflusse des Sonnenlichtes rasch eine rothe oder violette Farbe gewinnt, welche als echter Purpur wegen ihrer Beständigkeit und Dauer schon im Alterthum geschätzt war. Nicht zu verwechseln mit dem echten Purpur ist der gefärbte Saft, welchen manche Opisthobranchien, z. B. die *Aplysien*, aus Poren ihrer Haut entleeren.

Eine weitere Drüse ist die Fussdrüse von *Limax* und *Arion*. Dieselbe erstreckt sich durch die Länge des Fusses und besteht aus einzelligen Drüsenschläuchen, deren Ausführungsgänge in den bandförmigen Haupteingang eintreten, welcher sich zwischen Fuss und Kopf nach aussen öffnet. Dazu kommt bei mehreren nackten Pulmonaten (*Arion*) eine Drüse auf der Spitze des Schwanzes, welche sehr rasch bedeutende Mengen von Schleim abzusondern vermag.

Die Gastropoden sind theils Zwitter, theils getrennten Geschlechtes. Zu den ersteren gehören die *Pulmonaten*, *Opisthobranchien* und *Pteropoden;* getrennten Geschlechtes sind die *Prosobranchien* und *Heteropoden*. Fast alle *Gastropoden* legen Eier, die meisten als Laich in Schnüren ab. Nur wenige gebären lebendige Junge, die sich aus den befruchteten Eiern im Uterus entwickelt haben. Die weiblichen Geschlechtsorgane bestehen aus einem Ovarium,

Eileiter und Eiweissdrüse, Uterus (erweiterter und drüsiger Theil des Eileiters, Scheide und Samentasche; die männlichen aus einem Hoden, einem Samenleiter nebst Samenblase, Ductus ejaculatorius und äusserem Begattungsorgane. Die hermaphroditischen Formen zeichnen sich durch die enge Verbindung der beiderlei Zeugungsdrüsen und ihrer Leitungsapparate aus, indem nicht nur die letzteren in directer Communication stehen, sondern auch Ovarien und Hoden mit wenigen Ausnahmen (*Actaeon*, *Janus*) als Zwitterdrüse, meist zwischen den Leberlappen versteckt, räumlich vereinigt sind. (Fig. 645.) Dann entstehen entweder Eier und Samenfäden an verschiedenen Follikeln der gelappten oder auch verästelten Drüse (*Nudibranchien*), freilich immer in unmittelbarer Nähe, indem die Eifollikel als Ausstülpungen peripherisch den Hodenbläschen aufsitzen (*Aeolis*), oder das Epithel desselben Follikels erzeugt hier Samenfäden, dort Eier, wenn auch in der Regel nicht gleichzeitig, indem die männliche Reife des Thieres der weiblichen vorausgeht (Landschnecken). Bei den *Heliciden* (Fig. 651) trägt die Scheide zwei Büschel von fingerförmigen Drüsenschläuchen, sowie einen eigenthümlichen Sack, den „*Pfeilsack*“, welcher ein pfeilförmiges kalkiges Stäbchen in seinem Innern erzeugt. Das letztere, der sogenannte *Liebespfeil*, sitzt im Grunde der Tasche auf einer Papille fest, tritt aber bei der Begattung hervor und scheint die Bedeutung eines Reizorganes zu haben. In der Regel bricht derselbe während seiner Thätigkeit ab, um später durch einen neuen ersetzt zu werden. Die männliche Geschlechtsöffnung steht überall mit einem vorstülpbaren Penis im Zusammenhange und mündet meist mit der weiblichen in einer gemeinsamen seitlichen Oeffnung.

Fig. 651.



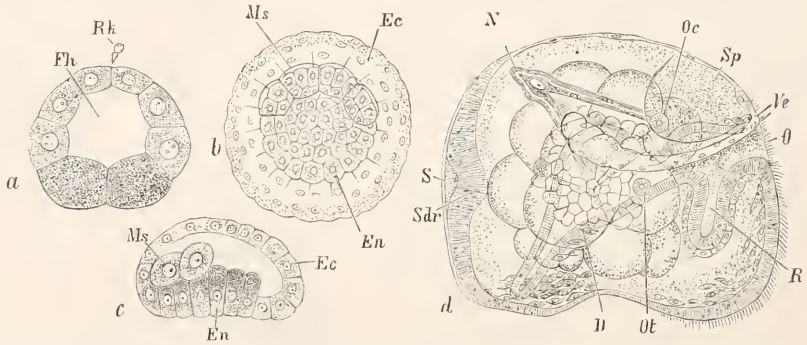
Geschlechtsorgane der Weinbergschnecke (*Helix pomatia*), nach Paasch. *Zd* Zwitterdrüse, *Zg* der Ausführungsgang derselben, *Ed* Eiweissdrüse, *Od* Eiergang und Samenrinne, *Vd* Samenleiter, *P* vorstülpbarer Penis, *Fl* Flagellum, *Rs* Receptaculum seminis. *D* fingerförmige Drüse, *L* Pfeilsack mit dem Liebespfeil, *Gö* gemeinsame Genitalöffnung.

Bau und Lagerung der Geschlechtsorgane bei den getrennt geschlechtlichen Gastropoden ist ähnlich wie bei den Zwitterschnecken. Auch hier finden sich Samentaschen und Eiweissdrüse (*Paludina*). Die Männchen besitzen fast überall einen freiliegenden Penis (Fig. 650), welcher entweder von dem Ende des Vas deferens durchbohrt (*Buccinum*) oder von einer Halbrinne durchzogen wird, an deren Basis die Geschlechtsöffnung liegt. Ist der Penis von der Geschlechtsöffnung entfernt, so ist es eine Wimperrinne, welche von jener die Samenfäden nach dem Begattungsorgane leitet (*Murex*, *Dolium*, *Strombus*).

Die Embryonalbildung [1]) erfolgt nach inaequaler Dotterklüftung mittelst Anlage einer Blastula und Gastrula. Der Gastrulamund geht in den definitiven Mund über. Das Mesoderm wird durch zwei symmetrisch gelagerte Zellen angelegt. Der Embryo erhält alsbald ein bewimpertes Velum, mittelst dessen er in dem flüssigen Eiweiss des Eies rotirt. Vor dem Velum entsteht die Scheitelplatte (Anlage des oberen Schlundganglions) als Verdickung des Ectoderms. An der der Mundöffnung entgegengesetzten Körperseite bildet sich die Schalenanlage (Schalendrüse), und bald darauf tritt die vom Mesoderm gebildete Urniere in Function; gleichzeitig erfolgt die Anlage des Fusses, während erst später mit der Ausbildung der Asymmetrie die definitive Niere, das Herz, sowie die Mantelhöhle sich anlegen. (Fig. 652.)

Die freie Entwicklung ist entweder eine directe, indem das ausgeschlüpfte Junge (bis auf Rudimente von Larvenorganen) bereits die Form und Organi-

Fig. 652.



Einige Stadien der Embryonalentwicklung von *Planorbis*, nach C. Rabl. *a* Optischer Schnitt durch ein Furchungsstadium (24-Theilung). *Rk* Richtungskörperchen, *Fh* Furchungshöhle. — *b* Stadium mit vier Mesodermzellen, vom vegetativen Pol gesehen. *Ms* Mesodermzellen, *En* Entoderm, *Ec* Ectoderm. — *c* Schiefer optischer Längsschnitt durch das Stadium mit vier Mesodermzellen. — *d* Aelterer Embryo, an welchem sich die Schalendrüse nach rechts verschiebt. *Sdr* Schalendrüse, *S* Schale, *O* Mund, *D* Darm, *R* Radulaanlage, *Sp* Scheitelplatte, *Oc* Augen, *Ot* Gehörbläschen, *N* Urniere, *Ve* Velum.

sation des Geschlechtsthieres besitzt (*Pulmonaten*), oder beruht auf einer Metamorphose. In diesem letzteren, für fast alle marinen *Gastropoden* giltigen Falle besitzen die schwärmenden Larven zwei grosse Wimpersegel, welche an Stelle des noch rudimentären Fusses als Bewegungsorgan dienen. Die Schale liegt bereits der Rückenfläche auf, ist aber noch klein, kaum mit beginnender Windung und kann meist durch einem dem Fusse angehefteten Deckel verschlossen werden. (Fig. 619 und 620.) Sehr häufig findet ein Schalenwechsel statt, indem die embryonale Schale abgeworfen und durch eine neue, definitive ersetzt wird.

[1]) Vergl. insbesondere N. Bobretzky, Studien über die embryonale Entwicklung der Gastropoden. Archiv für mikrosk. Anatomie, Tom. XIII, 1876. C. Rabl, Ueber die Entwickluug der Tellerschnecke. Morphol. Jahrb., Tom. V, 1879. H. Fol, Sur le développement des Gastéropodes pulmonés. Arch. Zool. Expér., Tom. VIII, 1879—1880. F. Blochmann, Ueber die Entwicklung der Neritina fluviatilis. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XXXVI. 1882. Ferner Bütschli, R. Lankester etc.

Bei Weitem die meisten Gastropoden sind Meeresbewohner; im süssen Wasser leben die *Basommatophoren* und einige *Prosobranchien* (*Paludina*, *Valvata*, *Melania*, *Neritina* etc.). Im Brackwasser kommen viele *Littorinen*, *Cerithien*, *Melanien* etc. vor. Landbewohner sind die *Cyclostomiden* und *Stylommatophoren* unter den Pulmonaten. Uebrigens sind auch viele Kiemenschnecken im Stande, eine Zeit lang im Trockenen auszudauern, indem sie sich in ihre Schale zurückziehen und dieselbe durch den Deckel verschliessen. Fast alle bewegen sich kriechend mittelst der Fussfläche, einige aber, wie *Strombus*, springen, andere, wie *Oliva* und *Ancillaria*, die *Pteropoden* und *Heteropoden* schwimmen mit Hilfe ihres Fusses. Einige Meeresbewohner, wie *Magilus*, *Vermetus* etc., sind mit ihren Schalen festgewachsen, nur wenige leben parasitisch, wie *Stylifer* auf Seeigeln und Seesternen, *Entoconcha mirabilis* in *Synapta*.

Ebenso verschieden wie die besondere Art des Aufenthalts und Vorkommens ist die Art der Ernährung. Viele, insbesondere die *Siphonostomen*, sind gefrässige Raubthiere und machen Jagd auf lebende Thiere; einige Kiemenschnecken, wie *Murex* und *Natica*, bohren zu diesem Zwecke die Schalen von Mollusken an, mehrere (*Strombus*, *Buccinum*) suchen vorzugsweise todte Thiere auf. Eine nicht minder grosse Zahl, fast alle *Pulmonaten* und *holostome* Kiemenschnecken, sind Pflanzenfresser.

1. Ordnung. **Placophora** [1]**, Placophoren.**

Körper wurmförmig, symmetrisch, ohne abgesetzten Kopfabschnitt, mit söhligem Fusse, dorsal von metamerenähnlich hintereinander gelagerten Kalkplatten bedeckt, mit paarigen Nieren und zahlreichen paarigen Kiemen.

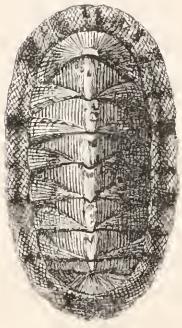
Unter allen Weichthieren schliessen sich die *Placophoren* nach Bau und Organisation am meisten den Gattungen *Neomenia* und *Chaetoderma* an und repräsentiren uns die phylogenetisch ältesten Gastropoden. Der im Gegensatze zu allen übrigen Gastropoden vollkommen symmetrische Leib besitzt keinen deutlich abgesetzten Kopf und entbehrt der Augen und Tentakeln. Der Fuss ist söhlig entwickelt. Das Integument entwickelt meist zahlreiche, zerstreut stehende Borsten, welche bald chitinig erhärtet, bald verkalkt sind. Zu diesen Integumentalbildungen kommt noch eine Dorsalreihe breiter, schienenähnlich verbundener Platten, welche ausnahmsweise (*Cryptochiton*) vom Mantel umschlossen bleiben und ihrer Entstehung nach eine gewissermassen vieltheilige Molluskenschale repräsentiren. (Fig. 653.) Die freien Mantelränder beschränken sich auf mässige Verdickungen, unter denen jederseits die auf eine Rinne reducirte

[1]) A. Th. Middendorf, Beiträge zu einer Malacozoologia russica. 1. Beschreibung und Anatomie neuer oder für Russland neuer Chitonen. Mém. acad. imp. St.-Pétersbourg, 1848. S. Lovén, Ueber die Entwicklung der Gattung Chiton. Archiv für Naturgesch., 1856. B. Haller, Die Organisation der Chitonen der Adria. Arb. aus dem zool. Institute in Wien, Tom. IV, 1882; Tom. V, 1883. A. Kowalevsky, Embryogénie du Chiton Polii. Ann. du Musée d'hist. nat. Marseille, Tom. I, 1883.

Mantelhöhle mit einer Reihe zweifiedriger Kiemen verläuft, von denen jede einer Prosobranchierkieme entspricht (daher *Polybranchiata*). (Fig. 622.)

Von besonderem Interesse ist das einfache, mit dem der Solenogastres nahe übereinstimmende Verhalten des Nervensystems. (Fig. 622.) Gehirnanschwellungen fallen im Zusammenhange mit dem Mangel der Augen und Tentakeln am doppelten Schlundring hinweg. Von demselben treten vier Nervenstämme aus, die oberen seitlichen Pallialstränge und die ventralen, durch Quercommissuren verbundenen Pedalstränge, an denen Pedal- und Visceralganglien als Ganglienknoten nicht gesondert sind. Die beiden Pallialstränge bilden eine dorsal vom Darm bogenförmig geschlossene symmetrische Schlinge. Buccalganglien sind vorhanden, ferner Sublingual- (Subradular-) Ganglien, welche zu einem Sinnesorgane am Boden der Mundhöhle (*Subradularorgan*) gehören. Der Darmcanal beginnt mit der von einem rundlichen Lappen überragten Mundöffnung und erstreckt sich unter mehrfachen Windungen durch die ganze Länge des Leibes, um am hinteren Ende in der Afteröffnung auszumünden. Als Anhangsdrüsen sind zwei in den Oesophagus einmündende Drüsen, (Speicheldrüsen?) sowie die in den Magen mündende paarige umfangreiche Leber zu erwähnen. Am Boden der Mundhöhle findet sich eine mächtige, von harten Chitinplatten (Radula) bekleidete Muskelmasse, die Zunge. Das Herz besteht aus einer medianen Kammer, welche über dem Enddarm liegt, und zwei seitlichen Vorhöfen.

Fig. 653.



Chiton squamosus.

Die Nieren sind paarig und münden rechts und links in die Mantelrinne aus. Die Placophoren sind getrennten Geschlechts. Hoden und Ovarien bilden eine einfache Drüse, welche dicht über Leber und Darmcanal liegt und jederseits einen in die Mantelrinne mündenden Ausführungsgang entsendet. Die Entwicklung des Eies beginnt mit einer totalen Furchung, welche anfangs aequal, dann irregulär verläuft, und führt zu einer Blastula und Invaginationsgastrula. Die aus den Eihüllen ausschlüpfende Larve besitzt ausser dem Velum einen vorderen Wimperschopf und zwei Augenflecken, sowie bereits die Anlage des Fusses und der Schale.

Fam. *Chitonidae*, Käferschnecken. An Stelle der Schale finden sich acht Kalkstücke vor, welche, schienenartig gelagert, in der Art über einander greifen, dass der Hinterrand eines Schalenstückes den Vorderrand des nachfolgenden überdeckt. *Chiton squamosus* L., Mittelmeer. (Fig. 653.) *Cryptochiton Stelleri* Midd., Kamtschatka.

2. Ordnung. **Prosobranchia** [1]**, Prosobranchien.**

Beschalte Kiemenschnecken, deren Kiemen vor dem Herzen liegen, getrennten Geschlechts.

---

[1]) Fr. Leydig, Ueber Paludina vivipara. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. II, 1850. E. Claparède. Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Neritina fluviatilis. Müller's Archiv, 1857. H. Lacaze-Duthiers, Mémoire sur le Système nerv. de l'Haliotide.

Der Kopf ist meist deutlich gesondert, die vorne und links gelegene Athemhöhle, in welche Afterdarm, Niere und Eileiter münden, birgt zuweilen zwei Kiemen, in der Regel bleibt in Folge der Drehung und Asymmetrie des Eingeweidesackes nur eine (rechte) Kieme an der linken Seite zurück. Die Kiemenvenen treten vorne ins Herz ein. Die Visceralcommissur bildet meist eine lange, gekreuzte Schlinge. Die Männchen sind in der Regel schlanker und werden leicht an dem grossen, an der rechten Seite des Vorderkörpers gelegenen Penis erkannt. An den Geschlechtsorganen fehlen meist die Anhangsdrüsen. Die Eier werden von Eiweissmasse umlagert, in flaschenförmigen Kapseln abgelagert und letztere häufig fremden Gegenständen angeklebt, seltener auch am Fuss mit umhergetragen (*Janthina*).

1. Unterordnung. *Cyclobranchia.* Prosobranchien mit flacher, tellerförmiger Schale und blattförmigen Kiemen, welche in geschlossenem Kreise unter dem Mantelrande um die breite Fusswurzel sich erheben. Der Fuss ist breit und flach. Die Zungenbewaffnung wird ähnlich wie bei den *Placophoren* durch balkenartige bezahnte Hornplatten gebildet, daher *Docoglossa* Troschel. Zuweilen tritt auch eine Kieme (Cervicalkieme) rechts am Nacken auf (*Lottia*). Nieren paarig. Aeussere Begattungswerkzeuge fehlen. Pflanzenfresser.

Fam. *Patellidae.* Der schüsselförmigen Schale adhärirt das Thier mittelst eines hufeisenförmigen Muskels. Kopf mit zwei Tentakeln, an deren angeschwollener Basis die Augen liegen. Zunge ausserordentlich lang und spiralig aufgerollt. Darmmündung rechts unter dem Kopfe. An der Radula fehlen die Mittelplatten, während die Zwischen- und Randplatten zu Haken erhoben sind und kleinere Seitenplatten auftreten.

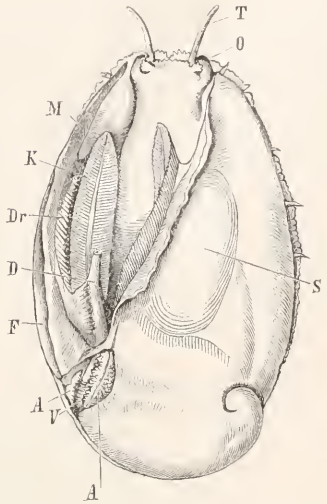
Patella L. Die Spitze der Schale liegt wenig excentrisch und ist kaum nach vorne geneigt. *P. coerulea* L., *P. tarentina* Lam., *P. scutellaris* Lam., Adria und Mittelmeer. *Nacella* Schum. Kiemenkranz an dem Kopfe unterbrochen, die Spitze der pelluciden, innen perlmutterartig glänzenden Schale nach vorne umgebogen. *N. pellucida* L.

2. Unterordnung. *Zeugobranchia.* Kiemen zweifiedrig, paarig symmetrisch. Die der linken Seite ist die herübergerückte rechte und die rechte die herübergewanderte linke. (Fig. 654.) Mantelrand vorne gespalten, daher die Schale durchlöchert oder an der Aussenlippe mit einem Schlitze versehen. Niere paarig, links rudimentär. Mit doppeltem Vorhof des Herzens, dessen Kammer von dem Mastdarm durchbohrt wird. Gebiss *rhipidogloss*, indem die complicirt gebaute Radula in jeder Querreihe ausser den Mittel- und Zwischenplatten eine grosse Zahl von fächerartig geordneten Seitenplatten trägt, deren oberer Rand umgebogene Haken bildet. (Fig. 648 *b*.) Alle sind Pflanzenfresser mit nicht retractiler Schnauze, ohne Siphonalröhre der Schalenmündung, und besitzen oft fadenförmige Anhänge am Fusse. (Fig. 655.) Ein Penis fehlt.

Mémoire sur la Poupre. Mémoire sur l'Anat. et l'Embryog. des Vermets. Ann. des sc. nat., IVe sér., Tom. XII und XIII. B. Haller, Untersuchungen über marine Rhipidoglossen. Morph. Jahrb., Bd. IX, 1884. W. Patten, The Embryology of Patella. Arb. aus dem zool. Institute in Wien, Tom. VI, 1886. L. Boutan, Recherches sur l'anat. et le développement de la Fissurelle. Arch. Zool. expér. 2. série. t. III, Suppl. 1885.

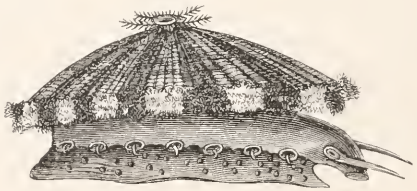
Fam. *Fissurellidae*. Spaltnapfschnecken. Schale napf- und mützenförmig, an der Spitze geöffnet oder mit einem vorderen Ausschnitt zur Einführung in die mit zwei symmetrischen Kiemen versehene Athemhöhle. Mantelrand gefranst. Die Thiere sind denen der Patelliden ähnlich, mit Fühlern und umfangreichem Fusse.

Fig. 654.



Thier von *Haliotis tuberculata*. *M* Die zurückgeschlagenen Mantellappen. In der Kiemenhöhle die beiden Kiemen (*K*), der Enddarm (*D*), sowie die Schleimdrüse (*Dr*), *S* Spindelmuskel, *F* Fuss, *T* Fühler, *O* Auge. In dem geöffneten Pericardialraum der den Darm umgebende Ventrikel des Herzens (*V*), sowie die beiden gefransten Atrien (*A*)

Fig. 655.



Fissurella maxima (aus Bronn).

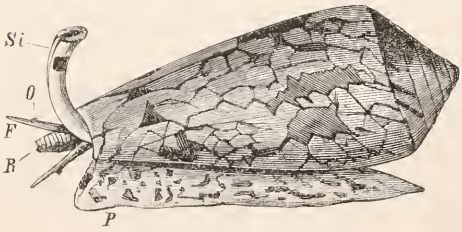
Fissurella Brug. Schale mit länglichem Loche in der vor der Mitte liegenden Spitze. *F. graeca* L., Adria und Mittelmeer. *Emarginula* Lam. Am Vorderrande der tief napfförmigen Schale ein Ausschnitt. *E. elongata* Costa, Adria und Mittelmeer.

Fam. *Haliotidae*, Seeohren. Schale flach, ohrförmig, innen perlmutterglänzend, mit einer Reihe von Löchern an der linken Seite. In der linksseitigen Athemhöhle liegen zwei Kiemen, von denen die rechte (herübergewanderte der linken Seite) kleiner ist. Fuss gefranst mit breiter Sohle. Kopf mit zwei langen Fühlern und kurz gestielten Augen. (Fig. 654.)

Haliotis L. Spira der Schale klein und flach. *H. tuberculata* L., Adria und Mittelmeer.

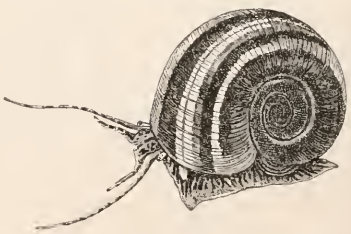
3. Unterordnung. *Ctenobranchia*. (Anisobranchia e. p.) Mit mächtiger, links gelegener, herübergewanderter rechter Nackenkieme von kammförmiger

Fig. 656.



Conus textilis (règne animal). *R* Rüssel, *Si* Sipho, *F* Fühler, *O* Auge, *P* Fuss.

Fig. 657.



Ampullaria cornu arietis (règne animal).

Gestalt; die kleine sogenannte Nebenkieme ist Sinnesorgan. (Fig. 650.) Sehr allgemein ist eine Spiralschale vorhanden. (Fig. 656.) Die Männchen besitzen einen rechtsseitigen Penis. Die meisten sind Fleischfresser und im Besitze eines vorstülpbaren Rüssels.

1. *Rhipidoglossa.* Jede Querreihe der Radula mit zahlreichen, fächerförmig geordneten Seitenplatten. (Fig. 648*b*.) Herz vom Mastdarm durchbohrt.

Fam. *Trochidae*, Kreiselschnecken. Mit kreiselförmiger Schale und Spiraldeckel. Fuss in Fäden und Lappen auslaufend. Augen auf kleinen Stielen. *Turbo* L. Mit rundlichen Windungen, runder Mündung und etwas abgesetztem Mundrand. *T. rugosus* Lam. *Trochus* L. Mit eckigen Windungen, oben getrenntem Mundrand und dünner Aussenlippe. *Tr. varius* L., Adria und Mittelmeer. *Tr. zizyphinus* L., Mittelmeer.

Fam. *Neritidae* (*Neritacea*). Mit dicker, halbkugeliger, ungenabelter Schale und Deckel. Augen gestielt, hinter den zwei langen Fühlern. Schnauze kurz, oft zweilappig. Fuss gross, dreieckig. *Nerita* L. Schale dick, halbkugelig. Spira seitlich. Mündung halbrund. *N. rugata* Recl. *N.* (*Neritina*) *fluviatilis* L., Süsswasserform. *Navicella* Lam. *N. elliptica* Lam.

2. *Ptenoglossa.* Ohne Athemsipho, Schale mit ganzrandiger Mündung, ohne Ausschnitt oder Canal. Die Zunge ist mit Reihen zahlreicher kleiner Haken bewaffnet und entbehrt der Mittelplatten.

Fam. *Janthinidae. Janthina bicolor* Menke, Mittelmeer.

Fam. *Solariidae*, Perspectivschnecken. *Scalaria communis* Lam. *Sc. pretiosa* Lam., echte Wendeltreppe, Ostindien. *Solarium perspectivum* Phil., Mittelmeer.

3. *Rhachiglossa.* Mit langem, von der Basis aus umstülpbarem Rüssel. Die Zunge lang und schmal, mit höchstens drei Platten in jeder Querreihe, einer bezahnten Mittelplatte und einer Zwischenplatte jederseits, die sich oft auf blosse Haken reduciren, aber auch fehlen können. Alle besitzen einen Sipho und sind Raubschnecken.

Fam. *Volutidae*. Faltenschnecken. *Voluta undulata* Lam., Neuseeland. *V. vespertilio* L., Ostindien. *Cymbium aethiopicum* L.

Fam. *Olividae. Oliva utriculus* Lam., Indischer Ocean. *Ancillaria* Lam. *Harpa ventricosa* Lam., Neuguinea.

Fam. *Muricidae* (*Canaliferae*). *Murex brandaris* L., M. *trunculus* L., Mittelmeer. *Fusus australis* Quoy Gaim. *Columbella mercatoria* L., Atlantischer Ocean.

Fam. *Buccinidae. Buccinum undatum* L. *Nassa reticulata* L., Mittelmeer. *Purpura lapillus* L., Nordsee. *Magilus antiquus* Montf., Rothes Meer. (Fig. 642*b*.)

4. *Toxoglossa.* Zunge mit zwei Reihen langer hohler Haken, welche aus dem Munde pfeilartig vorgestreckt werden können. Alle besitzen einen Sipho, die meisten ernähren sich räuberisch von Seethieren.

Fam. *Conidae*. Kegelschnecken. (Fig. 656.) *Conus mediterraneus* Brug., Adria und Mittelmeer. *C. litteratus* L., Ostindien.

Fam. *Terebridae*, Schraubenschnecken. *Terebra dimidiata* Lam.

Fam. *Pleurotomidae. Pleurotoma nodifera* Lam., *Cancellaria* Lam. *C. cancellata* Lam.

5. *Taenioglossa.* Radula in jeder Querreihe meist mit sieben Platten, sehr langgestreckt. Am Eingange des Mundes finden sich meist zwei kleine Kiefer.

Holostom sind:

Fam. *Littorinidae*, Strandschnecken. *Littorina littorea* L., europ. Meere. *Rissoa* Frem.

Fam. *Cyclostomidae*. Athmen Luft wie die Lungenschnecken durch Gefässe der Athemhöhle. Leben auf dem Lande. *Cyclostoma elegans* Drap.

Fam. *Paludinidae*, Flusskiemenschnecken. *Paludina vivipara* L., *P. impura* Lam.,

Fam. *Melaniidae*, Süsswasserbewohner. *Melania variabilis* Bens., Ganges.

Fam. *Turritellidae*, Thurmschnecken. *Turritella communis* Risso, Adria und Mittelmeer.

Fam. *Vermetidae*, Wurmschnecken. *Vermetus arenarius* L., *V. triqueter* Phil. Mittelmeer.

Fam. *Cerithiidae. Cerithium laeve* Quoy Gaim. *C. vulgatum* Brug., Mittelmeer.

Fam. *Valvatidae. Valvata piscinalis* O. Fr. Müll. Hermaphroditisch. Süsswasserbewohner.

Siphonostom sind:

Fam. *Cypracidae*, Porzellanschnecken. *Cypraea tigris* Lam. Wärmere östliche Meere. *C. moneta* L., Kaurimuschel.

Fam. *Tritoniidae*, Tritonshörner. *Tritonium variegatum* Brug., *Ranella gigantea* Lam.

Fam. *Doliidae*. *Cassis cornuta* Lam. *Dolium galea* L., Mittelmeer. Das Secret der umfangreichen Speicheldrüsen enthält freie Schwefelsäure.

Fam. *Strombidae* (*Alata*), Flügelschnecken. Der Fuss dient zum Sprunge. *Strombus Isabella* Lam., *Pteroceras lambis* Lam., *Rostellaria rectirostris* Lam. Nahe verwandt ist *Aporrhais pes pelecani* Pol., Adria.

Fam. *Naticidae*. *Natica ampullaria* Lam. *N. millepunctata* Lam., Mittelmeer. *Sigaretus haliotoideus* L., Atlantischer Ocean. Hier schliesst sich die in Synapta digitata parasitisch lebende *Entoconcha mirabilis* Joh. Müll. an.

Fam. *Capulidae*, Mützenschnecken. *Capulus hungaricus* L., *Calyptraea rugosa* Desh.

Fam. *Ampullariadae*, Doppelathmer. Thier mit Kiemen- und Lungenhöhle. Leben in Flüssen. *Ampullaria celebensis* Quoy., *A. polita* Desh., *A. cornu arietis* Sow. (Fig. 657.)

3. Ordnung. **Heteropoda**[1]**, Kielfüsser.**

Pelagische Gastropoden mit flossenähnlichem Fuss, grossem, schnauzenförmig vortretendem Kopf und hoch entwickelten beweglichen Augen, getrennten Geschlechtes.

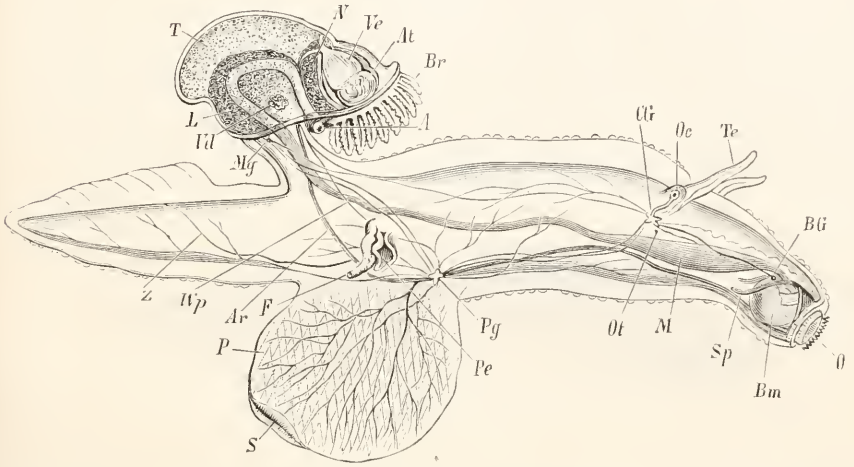
Der Körper der Heteropoden ist meist gestreckt cylindrisch und verlängert sich in einen rüsselförmig vorragenden Kopf, welcher grosse hoch entwickelte Augen und Fühler trägt und eine kräftig bewaffnete, vorstülpbare Zunge in sich einschliesst. (Fig. 648 *a*.) Die Haupteigenthümlichkeit des Leibes beruht auf der Bildung des Fusses, welcher ein flossenförmiger Schwimmlappen (*Pterygopodium*) ist, an dem sich die Kriechsohle des Gasteropodenfusses als Saugnapf erhalten findet, während der hintere Abschnitt desselben sich bedeutend streckt und weit nach hinten gerückt die schwanzartige Fortsetzung des Rumpfes bildet. (Fig. 658.) Der Rumpf stellt entweder in seiner Hauptmasse einen spiraligen, von Mantel und spiraliger Schale umschlossenen Eingeweidesack dar (*Atlanta*), oder bildet nur ein sackartig vortretendes Eingeweideknäuel an der Grenze des hinteren Fussabschnittes, welches vom Mantel und von einer hutförmigen Schale bedeckt wird (*Carinaria*), oder endlich das Eingeweideknäuel verkümmert zu einem sehr kleinen, kaum vorspringenden Nucleus, welcher, nach vorne von einer metallglänzenden Haut überzogen, der Schale vollkommen entbehrt (*Pterotrachea*).

Das Nervensystem erlangt die höchste Entwicklung unter den Gastropoden überhaupt. Die zwei grossen Augen liegen neben den Fühlern in besonderen Kapseln, in denen sie durch mehrere Muskeln bewegt werden. Die grosse *Gehörblase* empfängt vom Gehirn einen langen Hörnerven und ist nicht

[1]) Souleyet, Hétéropodes. Voyage autour du monde exécuté pendant les années 1836 et 1837 sur la corvette la Bonite etc., Tom. II. Paris, 1852. R. Leuckart, Zoologische Untersuchungen. Heft III. Giessen, 1854. C. Gegenbaur, Untersuchungen über Pteropoden und Heteropoden. Leipzig, 1854. H. Fol, Sur le développement des Hétéropodes. Arch. de Zool. expérim., Tom. V, 1876. C. Grobben, Zur Morphologie der Heteropoden. Arb. a. d. zool. Inst. Wien, 1888.

nur durch die merkwürdigen Schwingungen der langen Wimperbüschel ihres Epithels, sondern durch das Verhalten der Nervenzellen (Haarzellenkreise der Macula acustica im Umkreis einer grossen Centralzelle) ausgezeichnet. (Fig. 103.) Dazu kommen noch als weitere Sinnesorgane zahlreiche eigenthümliche Nervenendigungen der Haut zur *Tastempfindung* und das sogenannte *Wimperorgan* an der Vorderseite des Eingeweidesackes. Dasselbe bildet eine bewimperte Grube, unter welche die Ganglienanschwellung eines vom Visceralganglion entspringenden Nerven tritt, und gilt als *Geruchsorgan*. Die Männchen unterscheiden sich durch den Besitz eines grossen, an der rechten Körperseite frei hervorragenden Begattungsorganes, wozu noch bei *Pterotrachea* der Saugnapf

Fig. 658.



Männchen von *Carinaria mediterranea*, nach Souleyet, Gegenbaur und Keferstein. *P* Fuss, *S* Saugnapf, *O* Mund, *Bm* Buccalmasse, *M* Magen, *Sp* Speicheldrüsen, *L* Leber, *A* After, *CG* Cerebralganglion, *Te* Tentakeln, *Oc* Augen, *Ot* Gehörblasen, *BG* Buccalganglion, *Pg* Pedalganglion, *Mg* Mantelganglion, *N* Niere, *Br* Kieme, *At* Atrium, *Ve* Ventrikel, *Ar* Körperarterie, *Z* hinterer Ast derselben, *T* Hoden, *Vd* Vas deferens, *Wp* Wimperrinne, *Pe* Penis, *F* Flagellum mit Drüse.

des Fusses hinzukommt, welcher aus der muskulösen Sohle des Fusses hervorgegangen (Souleyet), bei *Atlanta* und *Carinaria* noch in beiden Geschlechtern auftritt. Hoden und Ovarien erfüllen den hinteren Theil des Eingeweidesackes und liegen mit ihren Follikeln theilweise in der Leber eingebettet. (Fig. 116.) Samenleiter sowohl als Eileiter münden an der rechten Körperseite, der erstere in weiter Entfernung vom Begattungsorgan, zu welchem das Sperma von der Geschlechtsöffnung aus durch eine Wimperrinne hingeleitet wird. Das Begattungsorgan besteht aus zwei nebeneinander liegenden Theilen, dem Penis mit der Fortsetzung der Wimperrinne und der Drüsenruthe, deren Ende eine längliche Drüse einschliesst. Der Eileiter erhält dadurch eine complicirtere Gestaltung, dass er eine grosse Eiweissdrüse und eine Samentasche aufnimmt, während sein erweitertes Ende als Scheide fungirt.

Die Heteropoden sind durchwegs pelagische Thiere, die oft schaarenweise in den wärmeren Meeren auftreten. Sie bewegen sich ziemlich schwer-

fällig mit nach oben gekehrter Bauchfläche durch Hin- und Herschlagen des gesammten Körpers und der Flosse. Alle ernähren sich vom Raube. Beim Hervorstrecken der eingerollten Zunge klappen sich die Seitenzähne zangenähnlich auseinander und werden bei dem Einziehen der Zunge wieder zusammengeschlagen. Mittelst dieser Greifbewegungen werden kleine Seethiere erfasst und in den Rachen hineingezogen.

Fam. *Pterotracheidae*. *Carinaria mediterranea* Lam. (Fig. 658), *Pterotrachea coronata* Forsk., Mittelmeer.

Fam. *Atlantidae*. *Atlanta Péronii* Less., Mittelmeer.

4. Ordnung. **Pulmonata** [1], **Lungenschnecken.**

Land- und Süsswasserschnecken mit Lunge, welche vor dem Herzen liegt, Hermaphroditen.

Die Manteldecke ist wie bei den *Cyclostomiden* mit einem Luft respirirenden Netzwerk von Gefässen ausgestattet und mündet durch ein Athemloch rechtsseitig nach aussen. (Fig. 659.) Die Süsswasserpulmonaten füllen im Jugendzustande ihre Athemhöhle mit Wasser, später erst mit Luft. Einige

Fig. 659.

Arion empiricorum (règne animal). *Al* Athemloch.

Planorbis- und *Limnaeus*-Arten bewahren sich das Anpassungsvermögen an Luft- und Wasserathmung zeitlebens (Limnaeen, deren Lungen mit Wasser gefüllt, wurden aus sehr bedeutender Tiefe des Bodensees heraufgezogen). Neben dem Athemloch, eventuell noch in der Athemhöhle liegen After- und Nierenöffnung. Weit vor demselben, aber an gleicher Seite münden die Geschlechtsorgane. Bei den linksgewundenen Formen liegen Athemloch, After und Geschlechtsöffnung linksseitig. Einige Pulmonaten sind nackt oder besitzen Rudimente von Schalen in der Rückenhaut, andere tragen ein verhältnissmässig dünnes, meist rechtsgewundenes Gehäuse. Nur *Physa*, *Planorbis* und *Clausilia* sind linksgewunden. Ein wahrer Deckel fehlt, dagegen wird von manchen zeitweilig ein Winterdeckel ausgeschieden.

Während die Pulmonaten mit den Prosobranchien (von wenigen Ausnahmen abgesehen) die Lage des Herzens hinter den Respirationsorganen gemeinsam haben, schliessen sie sich in anderen Organen, wie im Nerven-

[1] L. Pfeiffer, Monographia Heliceorum viventium. Leipzig, 1848—1869. Derselbe, Monographia Auriculaceorum viventium. Cassel, 1856. A. Rossmässler, Iconographie der Land- und Süsswassermollusken Europas. Leipzig, 1835—1859. Férussac et Deshayes, Histoire naturelle générale et particulière des Mollusques terrestres et fluviatilis. Paris, 1829—1851.

system, den Opisthobranchien, bei welchen die Ganglien dicht gedrängt liegen (Fig. 643 *b*), an. Das Gebiss besteht aus einem unpaaren hornigen, meist längsgerippten Oberkiefer (der aber auch fehlen kann) und aus einer Radula, welche mit einer grossen Zahl von Zahnplättchen in Längs- und Querreihen bedeckt ist. Alle sind Zwitter. Wenige, wie *Clausilia*- und *Pupa*-Arten, gebären lebendige Junge. Die übrigen Lungenschnecken dagegen legen Eier ab, und zwar entweder wie die Süsswasserschnecken in schlauchförmigen oder flachen Laichmassen an Wasserpflanzen, oder wie die Landschnecken, einzeln von einer schützenden Kalkschale umgeben, an feuchten Oertlichkeiten. Stets liegt der Eidotter in einer mächtigen Eiweissmasse, die dem sich entwickelnden Embryo zur Ernährung dient.

I. *Basommatophora.* Die Augen liegen am Grunde zweier Fühler. Zeigen vielfache Uebereinstimmung mit den Tectibranchien.

Fam. *Limnaeidae. Limnaeus auricularis* Drap., *L. stagnalis* O. Fr. Müll., Teichhornschnecke. *Physa fontinalis* L., *Planorbis corneus* L., *Ancylus fluviatilis* Blainv.

Fam. *Auriculidae. Auricula Judae* Lam., *A. Midae* Lam., *Carychium minimum* O. Fr. Müll.

II. *Stylommatophora.* Die Augen liegen an der Spitze zweier meist retractiler Fühler.

Fam. *Peroniadae* (*Amphipneusta*). Sind opisthobranch. *Peronia verruculata* Cuv., *Veronicella* Blainv.

Fam. *Limacidae*, Nacktschnecken. *Arion* Fér. Geschlechtsöffnung unter dem Athemloch vor der Mitte des Brustschildes. Rücken nicht gekielt, mit Schwanzdrüse und Schleimloch am Körperende. *A. empiricorum* Fér. (Fig. 659.) *Limax* L., Athemloch hinter der Mitte des rechten Mantelrandes. Geschlechtsöffnung weit davon entfernt hinter den rechten Fühlern. Rücken gekielt, ohne Schwanzdrüse und Schleimloch. *L. agrestis* L., *L. cinereus* O. Fr. Müll.

Fam. *Helicidae. Succinea amphibia* Drap., Bernsteinschnecke. *Pupa muscorum* L., *Clausilia bidens* Drap., *Bulimus montanus* Drap., *Helix pomatia* L., grosse Weinbergschnecke. (Fig. 641.) *H. nemoralis* L.

5. Ordnung. **Opisthobranchia** [1]**, Opisthobranchien.**

Hermaphroditische Schnecken mit söhligem Fuss, deren Kiemenvenen hinter der Herzkammer in den Vorhof einmünden.

Umfasst vorwiegend Nacktschnecken. Die Kiemenhöhle ist rechts gelegen und enthält eine meist freiliegende Kieme. (Fig. 660.) Dieselbe kann jedoch fehlen. Zuweilen erheben sich kiemenartige Fortsätze am Rücken, in welche auch Darmanhänge eintreten können. (Fig. 561.) Am Nervensysteme liegen Cerebral-, Pedal- und Visceralganglien dicht gedrängt. Die Visceralcommissur ist ungedreht und ventral vom Darm gelegen. Die Kiemenvenen münden, von wenigen Ausnahmen (*Gastropteron*) abgesehen, von hinten in das Herz ein.

[1]) J. Alder und A. Hancock, A Monograph of the British Nudibranchiate Mollusca. London, 1850—1851. H. Müller und C. Gegenbaur, Ueber Phyllirhoë bucephalum. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. IV, 1854.

1. Unterordnung. *Tectibranchia.* Mit einer fast ausnahmlos rechts gelegenen Kieme, die vom Mantelrande überragt wird oder in einer dorsalen Kiemenhöhle liegt. Schale meist vorhanden. (Fig. 660.)

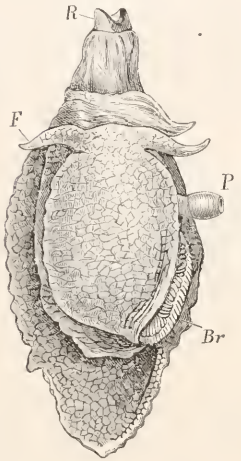
Fam. *Pleurobranchidae.* Mit grosser rechtsseitiger Kieme und meist innerer, rudimentärer Schale. *Pleurobranchaea Meckelii* Cuv. (Fig. 660.) *Pleurobranchus aurantiacus* Cuv., *Umbrella mediterranea* Lam., Mittelmeer.

Fam. *Aplysiadae,* Seehasen. Schalen von zwei Lappen des Fusses überschlagen. *Aplysia depilans* L., Mittelmeer.

Fam. *Bullidae.* Mit äusserer oder innerer Schale, Fuss mit Seitenlappen. *Bulla ampulla* L., *Philine aperta* L., *Gastropteron Meckelii* Kosse, Mittelmeer. *Acera bullata* O. Fr. Müll.

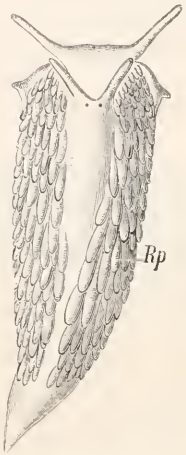
2. Unterordnung. *Nudibranchia.* Marine Nacktschnecken, deren Kiemen frei an der Rückenfläche stehen und Darmfortsätze aufnehmen können.

Fig. 660.



Pleurobranchaea Meckelii (règne animal). *Br* Kieme, *P* Penis, *F* Fühler, *R* Rüssel.

Fig. 661.



Aeolis papillosa (aus Bronn). *Rp* Rückenpapillen.

Fig. 662.

Doris (Acanthodoris) pilosa (Bronn). *Br* Kiemen, *A* After, *F* Fühler.

Fam. *Tritoniadae.* Kiemenanhänge in zwei Längsreihen am Rücken. *Tritonia Hombergii* Cuv., *Scyllaea pelagica* L. Hier schliesst sich auch *Tethys fimbriata* L. an, mit concentrirter Ganglienmasse, ohne Radula und Mundmasse.

Fam. *Doridídae.* Kiemen im Umkreis des Afters. (Fig. 662.) *Doris coccinea* Forb. *D. tuberculata* Cuv., Adria und Mittelmeer. *Polycera quadrilineata* O. Fr. Müll.

Fam. *Aeolidídae.* Am Rücken mit zahlreichen Fortsätzen, in welche Ausläufer des Darmes (Fig. 646) eintreten (*Phlebenterata*). *Aeolis papillosa* L. (Fig. 661.), *Tergipes Edwardsi* Nordm. *Doto coronata* Gm. Hier schliessen sich *Phyllirhoë bucephalum* Pér. (ohne Fuss) und die *Phyllidiiden* an.

3. Unterordnung. *Saccoglossa.* Ohne Schale. Kiemen fehlen oder sind einfache Anhänge der Rückenhaut. Die Radula mit einer einzigen Reihe Zahnplatten, von denen die vorderen nach ihrer Abnützung in eine am Boden der Mundhöhle entwickelte Tasche fallen.

Fam. *Limapontiadae. Limapontia* (*Pontolimax* Crpl.) *atra* Johnst.

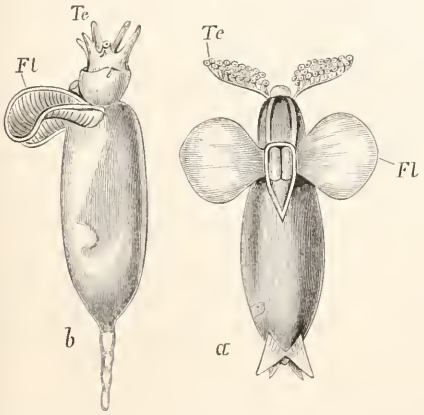
Fam. *Elysiadae. Elysia viridis* Montg.. Mittelmeer.

6. Ordnung. **Pteropoda** [1]), **Flossenfüsser.**

Hermaphroditische Gastropoden ohne scharf gesonderten Kopf, mit zu zwei grossen flügelförmigen Flossen umgebildetem Fuss, häufig mit Kopfkegeln.

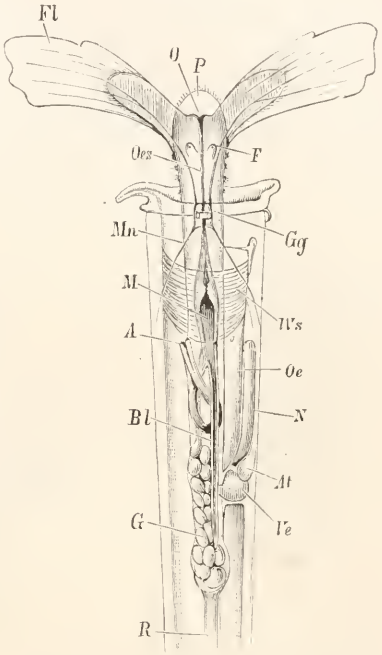
Der Körper ist bald länglich gestreckt, bald mit seinem hinteren Theile spiralig eingerollt. Am vorderen Abschnitt, welcher Mund und Fühler trägt, aber kaum scharf als Kopf abgesetzt erscheint, treten unterhalb des Mundes zwei grosse seitliche Flossen, wie solche auch bei *Gastropteron* unter den Opistho-

Fig. 663.



a Pneumodermon violaceum von der Bauchseite (aus Bronn). *b Clione australis* von der Seite (règne animal). *Fl* Flossen, *Te* Tentakeln.

Fig. 664.



Creseis acicula von der Rückenseite, nach Gegenbaur. Der hintere Theil weggelassen. *Fl* Flossen, *P* Mittellappen des Fusses, *F* Fühler, *Gg* Gehirnganglion, *Mn* Mantelnerv, *Ws* Wimperschild, *O* Mund, *Oes* Oesophagus, *M* Magen, *Bl* Blindsack des Magens, *A* After, *N* Niere, *Oe* Mündung derselben in der Mantelhöhle, *At* Atrium, *Ve* Ventrikel, *G* Geschlechtsdrüse, *R* Retractor.

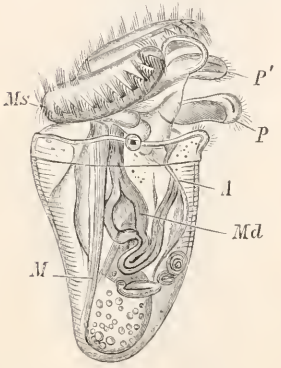
branchien vorkommen, hervor, welche morphologisch den paarigen Fussabschnitten entsprechen (*Epipodien*) und durch flügelartige Schwingungen die Bewegung des Thieres bewerkstelligen, während der unpaare Theil des Fusses mehr oder minder verkümmert ist und bei den *Limaciniden* noch einen Deckel trägt. Der Körper bleibt entweder nackt (Fig. 663) und ohne Mantel, oder sondert ein sehr verschieden gestaltetes, horniges oder kalkiges, fast immer symmetrisches Gehäuse ab, in welches er sich mit den Flossen meist vollständig zurückziehen kann. Im letzteren Falle ist der Mantel wohl entwickelt und umschliesst den grössten Theil des Körpers bis in die Gegend der Flossen, hinter denen der spaltförmige Eingang in die ventrale Mantelhöhle liegt. In einigen Fällen (*Cymbuliidae*) ist die Schale eine innere

[1]) Rang et Souleyet, Histoire naturelle des Mollusques Ptéropodes. Paris, 1852. C. Gegenbaur, Untersuchungen über die Pteropoden und Heteropoden. Leipzig. 1855. A. Krohn, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Pteropoden und Heteropoden. Leipzig, 1860. H. Fol, Sur le développement des Ptéropodes. Arch. de Zool. expér., Tom. IV. 1875.

und von gallertig knorpeliger Beschaffenheit. Die Haut enthält in der Regel Kalkconcretionen, Hautdrüsen und Pigmentzellen, welche dem Körper eine dunkelbraune, zuweilen bräunliche oder röthliche Färbung verleihen können.

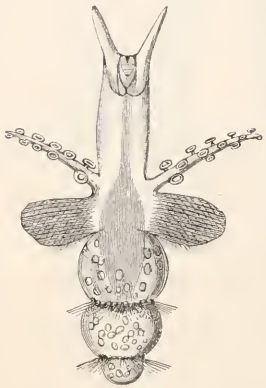
Die Mundöffnung wird zuweilen von mehreren armförmigen (*Clio*) oder mit Saugnäpfen besetzten (*Pneumodermon*) Fortsätzen, den Kopfkegeln, umstellt. (Fig. 663.) Dieselbe führt in eine mit Kiefern und bezahnter Reibplatte bewaffnete Mundhöhle, in deren Grund die lange Speiseröhre beginnt. (Fig. 664.) Dann folgt ein erweiterter Magen und ein langer, mehrfach gewundener Darm, welcher, von den Leberdrüsen umlagert, seitwärts nach vorne umbiegt. Die Afteröffnung findet sich in der Regel an der rechten Seite innerhalb der Mantelhöhle, nahe an deren vorderem Rande. Die Kreislaufsorgane reduciren sich auf arterielle Gefässe, deren Hauptstamm aus der kugeligen Herzkammer entspringt. Die venösen Gefässe werden durch ein wandungsloses Lacunensystem der Leibeshöhle ersetzt, in welches die offenen Enden der Arterien einmünden. Aus dem Lacunensystem kehrt das Blut durch die Respirationsorgane nach der Vorkammer des Herzens zurück. Die Respirationsorgane, sofern dieselben nicht durch die gesammte Haut vertreten werden (*Clio*), sind entweder äussere blattartige Kiemenanhänge (*Pneumodermon*) am hinteren Körperende oder, bei den Gehäuse tragenden Formen, innere Kiemen der Mantelhöhle, deren Eingang mit eigenthümlichen Flimmerleisten ausgekleidet ist. Immerhin bleiben die Kiemen wenig entwickelt und entweder auf faltenartige Erhebungen der bewimperten Mantelwandung oder auf diese selbst reducirt. Die Niere ist ein länglich gestreckter, contractiler Sack, welcher mit dem Pericardialraum durch einen Wimpertrichter communicirt und durch eine verschliessbare Oeffnung in die Mantelhöhle oder direct nach aussen führt. Das Nervensystem schliesst sich dem der höher stehenden Opisthobranchien an. Das Cerebralganglion innervirt auch die Kopfkegel. Von Sinnesorganen treten überall zwei *Gehörblasen* auf; *Augen* fehlen oder bleiben ganz rudimentär. Als solche werden die rothen Pigmentflecken (*Hyalea*) am Eingeweidesack nahe dem Schlundring und an den Nackenfühlern (*Clio*) gedeutet. Als Tastorgane sind zwei kleine Fühler (*Hyalea, Cymbulia*), sowie die grösseren, zuweilen mit Saugnäpfen besetzten Kopfkegel (*Clio, Pneumodermon*) aufzufassen. Die Pteropoden sind Zwitter. Die

Fig. 665.



Larve von *Cavolinia* (*Hyalea*) *tridentata*, nach Fol. *Ms* Mundsegel, *P* Fuss, *P'* die beiden Segellappen des Fusses, *M* Retractor, *Md* Magendarm, *A* After.

Fig. 666.



Pneumodermon-Larve, nach Gegenbaur.

Ovarien und Hoden vereinigende Zwitterdrüse (Fig. 118) liegt neben dem Herzen hinter dem Magen im Eingeweidesack und besitzt gewöhnlich einen gemeinsamen Ausführungsgang, welcher in seinem Verlaufe nicht nur eine Samenblase bildet, sondern auch eine Art Eiweissdrüse nebst Receptaculum seminis aufnimmt und meist rechtsseitig vor dem After nach aussen mündet. Der Penis liegt zuweilen in dem Endtheile des Ausführungsganges, bei den *Hyaleïden* und *Cymbuliïden* erhebt sich derselbe als faltig eingerollter, vorstülpbarer Schlauch vor der Geschlechtsöffnung. Die Eier werden mit Eiweissumhüllungen in langen, runden Schnüren abgelegt, welche frei im Meere umhertreiben. Die Embryonen erhalten Segellappen und Schale und werden als schwärmende Larven frei. (Fig. 665.) Während der Rückbildung des Segels treten allmälig die beiden Flossen an dem zuerst gebildeten unpaaren Theile des Fusses hervor, während die Schale (mit Deckel) meist abgeworfen wird. Die *Hyaleïden* scheinen die embryonale Schale weiter zu bilden, die *Cymbuliïden* dagegen durch eine neue Körperschale zu ersetzen. Die gehäuselosen *Pneumodermoniden* und *Clioniden* wachsen nach Verlust der Segel und Schale nicht direct in das Geschlechtsthier aus, sondern erhalten zuvor drei Wimpergürtel und gehen so in ein neues Larvenstadium über. (Fig. 666.) Die Pteropoden leben durchweg auf hoher See, vermögen aber durch Zurückziehen der Segel in die Tiefe zu sinken.

1. Unterordnung. *Thecosomata.* Beschalte Pteropoden mit wenig ausgebildetem, oft nicht distinctem Kopf und rudimentären Tentakeln. Der rudimentäre unpaare Fussabschnitt bleibt mit den Flossen im Zusammenhang.

Fam. *Limacinidae.* Gehäuse spiralig, mit Deckel. Mantelhöhle dorsal. *Limacina arctica* Fabr.

Fam. *Hyaleidae.* Schale kalkig oder hornig, bauchig aufgetrieben oder pyramidal, symmetrisch, mit spitzen Fortsätzen. *Hyalea tridentata* Lam., *Cleodora* Per. Les. *Creseis* Rang., *Cr. acicula* Rang., Mittelmeer. (Fig. 664.)

Fam. *Cymbuliidae.* Mit innerer, knorpelig gallertiger Schale von Nachen- oder Pantoffelform. *Cymbulia Peronii* Cuv., *Tiedemannia neapolitana* Van. Ben., Mittelmeer.

2. Unterordnung. *Gymnosomata.* Nackte Pteropoden mit tentakeltragendem Kopf, oft mit äusseren Kiemen. Flossenlappen vom unpaaren Fussabschnitte getrennt. Larven mit Wimperreifen.

Fam. *Clionidae.* Körper spindelförmig, ohne Kiemen. *Clio borealis* Pall. Liefert mit *Limacina arctica* die Hauptnahrung der Walfische.

Fam. *Pneumodermonidae.* Körper spindelförmig, mit äusseren Kiemen und zwei ausstülpbaren, mit Saugnäpfen besetzten Armen vor den Flossen. *Pneumodermon violaceum* d'Orb. (Fig. 663 *a*.)

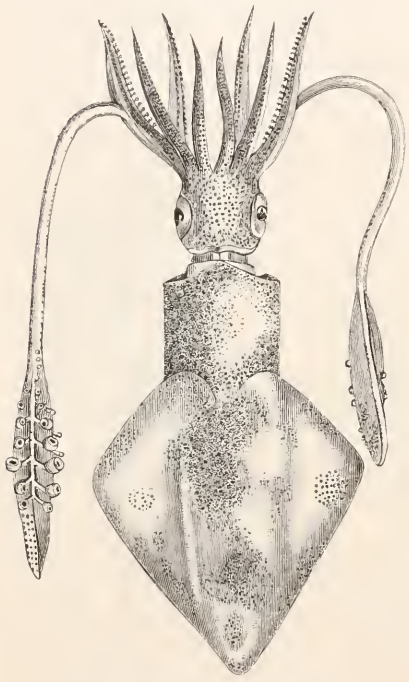
V. Classe. Cephalopoda[1]), Kopffüsser.

Mit scharf gesondertem Kopf, kreisförmig gestellten, Saugnäpfe tragenden Armen in der Umgebung des Mundes und trichterförmig durchbohrtem Fusse, getrennten Geschlechts.

[1]) Férussac et d'Orbigny, Histoire naturelle générale et particulière des Céphalopodes acétabulifères vivants et fossiles. Paris, 1835—1845. J. B. Verany, Mollusques méditerranés observés, décrits, figurés et chromolithographiés d'après le vivant. Ie Partie.

Die Cephalopoden schliessen sich in ihrer Körpergestalt am nächsten an die Pteropoden an, deren morphologische Beziehungen zuerst R. Leuckart eingehend erörterte. Derselbe zeigte, dass die Kopfkegel von *Clio* den Kopfarmen der Cephalopoden entsprechen, während der als Halskragen sich darstellende mittlere Lappen des Fusses das Aequivalent des Trichters sei. Huxley ist dieser Auffassung entgegengetreten, indem er die Arme auf Theile des unpaaren Fussabschnittes zurückführte, den Trichter aber, der sich durch Verwachsung paariger Falten bildet, den paarigen Elementen des Epipodiums, welche bei den Pteropoden die Segellappen bilden, gleichstellte. Die letztere Parallele ist gewiss richtig, dagegen erscheint aber die Zurückführung der Arme auf den unpaaren Fussabschnitt nicht zutreffend.

Fig. 667.



Loligo vulgaris, nach Verany.

R. Leuckart hat zuerst gezeigt, dass die Länge des Rumpfes als die Höhe desselben, somit sein äusserstes Ende als die Spitze des Rückens zu deuten ist, indem der anfangs flache, schildförmige Mantel thurmförmig in die Höhe wächst. Die sogenannte Rückenfläche des Rumpfes würde demnach als die vordere aufsteigende Fläche des Rückens, die sogenannte Bauchfläche als die hintere absteigende Fläche desselben anzusehen sein, die Lage des Afters das hintere Körperende bezeichnen.

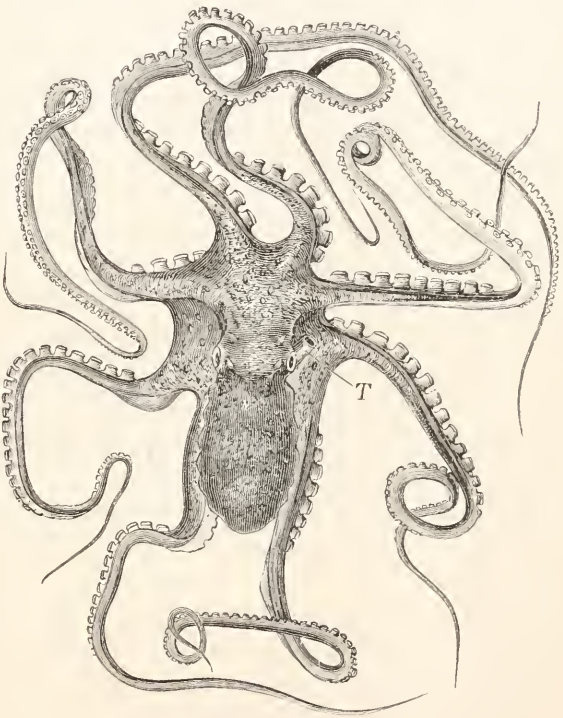
Auf der hinteren, in natürlicher Lage unteren Seite des Leibes liegt die Mantelhöhle, welche jederseits eine oder zwei Kiemen einschliesst und ausser dem After die paarigen Nierenöffnungen und die bald einfache, bald paarige Geschlechtsöffnung aufnimmt. An den Seiten trägt der Kopf die Augen und die Geruchsorgane; vorne in der Umgebung des Mundes erheben sich vier Paare im Kreise gestellter fleischiger Kopfarme, welche sowohl zum Kriechen und Schwimmen, als zum Ergreifen und Fangen der Beute dienen und an ihrer dem Munde zugewandten

Céphalopodes de la Méditerranée. Gênes, 1847—1851. H. Müller, Ueber das Männchen von Argonauta argo und die Hectocotylen. Zeitschr. für wiss. Zool., 1855. Jap. Steenstrup, Hectocotylus dannelsen hos Octopodsl. etc. K. Danks. Vidensk. Selskabs Skrifter, 1856. Uebers. im Archiv für Naturgesch., 1856. Alb. Kölliker, Entwicklungsgeschichte der Cephalopoden. Zürich, 1844. J. Brock, Versuch einer Phylogenie der dibranchiaten Cephalopoden. Morph. Jahrb., Bd. VI, 1880. C. Grobben, Morphologische Studien über den Harn- und Geschlechtsapparat etc. der Cephalopoden. Arb. des zool. Institutes Wien, Tom. V, 1884.

Fläche meist eine oder zwei Reihen von Saugnäpfen tragen. Dazu tritt bei den *Decapodiden* ein Paar sehr langer Tentakeln oder Fangarme hinzu. (Fig. 667.) Bei manchen Formen (*Octopodiden*) findet sich zwischen der Basis der Arme eine Haut ausgespannt, durch welche vor der Mundöffnung ein Trichter entsteht, dessen Raum bei der Bewegung verengt und erweitert wird. (Fig. 668.) Andere (*Decapodidae*) bedienen sich zum Schwimmen zweier flossenförmiger Hautanhänge des Rumpfes.

Bei *Nautilus*, dem einzigen lebenden Repräsentanten der Vierkiemer, findet sich statt der acht Arme ein Kranz zahlreicher Tentakeln. Dieselben wurden von Valenciennes morphologisch als Saugnäpfe gedeutet, wohingegen die Arme faltenartige Lappen am Grunde der Tentakeln bilden sollen. Andere betrachten jeden Tentakel als besonderen Kopfarm.

Fig. 668.



Octopus macropus, kriechend, nach Verany. *T* Trichter.

Der *Trichter* erhebt sich an der Bauchseite aus der breiten, seitlich durch Saugnäpfe verschliessbaren Mantelspalte und erscheint als eine cylindrische, nach vorne verengte, bei *Nautilus* an der unteren Seite gespaltene Röhre, welche mit ihrer breiten Basis in der Mantelhöhle beginnt und von hier sowohl das durch die Mantelspalte eingedrungene Athemwasser, als mit diesem die Excremente und Geschlechtsstoffe nach aussen entfernt. Zugleich dient derselbe im Verein mit der kräftigen Mantelmuskulatur als Locomotionsorgan. Indem das Athemwasser durch die Contraction des Mantels — bei festem, zuweilen durch Knorpelleisten unterstütztem Anschluss des Mantelrandes an die Basis des Trichters — durch den Trichter stossweise entleert wird, schiesst das Thier in Folge des Rückstosses nach rückwärts im Wasser fort. Im Innern des Trichters findet sich bei *Nautilus* und den meisten *Decapodiden* eine Klappe.

Viele Cephalopoden (*Octopodiden*) bleiben nackt, andere (*Decapodiden*) bergen ein inneres Schalenrudiment, verhältnissmässig wenige (*Argonauta*, *Nautilus*) besitzen eine äussere spiralgewundene Schale. Jenes liegt in einer

Rückentasche des Mantels und ist meist eine flache, lanzettförmige spongiöse Kalkschulpe (*Os sepiae*). Die äussere Schale bleibt nur ausnahmsweise dünn und einfach (*Argonauta*), in der Regel erscheint sie spiral gewunden und durch Querscheidewände in eine Anzahl hintereinander liegender Kammern getheilt, von denen nur die vorderste grösste dem Thiere zur Wohnung dient. Die übrigen, continuirlich sich verjüngenden Kammern sind mit Luft erfüllt, bleiben aber durch eine die Scheidewände durchsetzende centrale Röhre (*Sipho*), welche ein Fortsatz des Thierkörpers durchzieht, mit diesem in Verbindung.

Die Unterhaut der Cephalopoden ist Sitz der merkwürdigen, das bekannte Farbenspiel veranlassenden Chromatophoren. Diese sind mit Pigment gefüllte Säcke, an deren Hülle sich zahlreiche Muskelfasern strahlenförmig befestigen. Contrahiren sich die letzteren, so bildet die Zelle sternförmige Ausläufer, in die sich der Farbstoff nach zahlreichen Richtungen peripherisch vertheilt. Bei der Expansion der Muskeln zieht sich die Zelle wieder zu ihrer kugeligen Form zusammen, und der Farbstoff concentrirt sich auf einen geringen Raum. In der Regel liegen zweierlei gefärbte Chromatophoren über und neben einander. Zu diesen, von einem besonderen Innervationscentrum am Stiel des Ganglion opticum abhängigen Gebilden, welche einen raschen Wechsel von blauen, rothen, gelben und dunkeln Farben veranlassen, kommt eine tiefer liegende Schicht kleiner glänzender Flitterchen, deren Interferenzfarben die Haut ihren eigenthümlichen Schiller und Silberglanz verdankt.

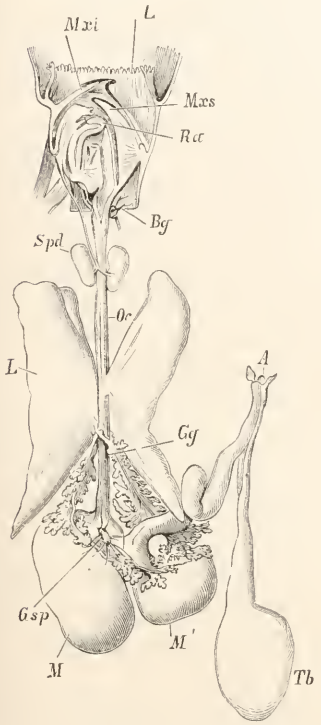
Die Cephalopoden besitzen auch ein *inneres Knorpelskelet*, welches zur Stütze der Muskulatur und zum Schutze des Nervencentrums und der Sinnesorgane dient. Dasselbe bildet bei den Dibranchiaten eine Knorpelkapsel, welche die Gehirnganglien nebst Schlundring, sowie das Gehörorgan umschliesst, während ihre Seitentheile den flachgewölbten Boden zur Augenhöhle darstellen. Dazu kommen noch (*Decapodiden*) Augenknorpel, ein sogenannter Armknorpel und Rückenknorpel, verschiedene Schliessknorpel zum Verschlusse des Mantels und Flossenknorpel als Stütze der Flossen.

Im Centrum der Arme liegt die Mundöffnung (Fig. 669), von einer ringförmigen Hautfalte, einer Art Lippe, umgeben und mit kräftigen Kiefern bewaffnet, welche als hornige Ober- und Unterkiefer in Gestalt eines umgekehrten Papageienschnabels hervorragen. Die an die Heteropoden erinnernde Radula trägt in jedem Gliede eine zahnartige Mittelplatte und jederseits drei lange, zum Einziehen der Nahrung geschickte Haken, zu denen auch noch flache zahnlose Platten hinzutreten können. Der Oesophagus nimmt meist zwei Paare von Speicheldrüsen auf und bleibt entweder eine einfache dünne Röhre, oder bildet (*Octopodiden*) vor dem Uebergange in den Magen eine kropfartige Erweiterung. (Fig. 672.) Der Magen hat eine meist kugelige Form, muskulöse Wandungen und eine innere, in Längsfalten oder Zotten erhobene Auskleidung. Neben der Uebergangsstelle in den Darm, selten in einiger Entfernung vom Magen, entspringt ein umfangreicher, zuweilen spiral gewundener Blindsack, welcher die Ausführungsgänge der mächtigen Leber aufnimmt. Einen Haufen

gelblicher Drüsenläppchen, welche am oberen Theile der Gallengänge aufsitzen, deutet man als Bauchspeicheldrüse (*Pankreas*). Dieselben ragen bei den *Decapodiden*, überzogen vom Nierenepithel, in den vorderen Sack der Niere. In seinem weiteren Verlaufe zeigt der Darm meist nur geringe Biegungen und mündet stets in der Mittellinie der Mantelhöhle durch den After aus.

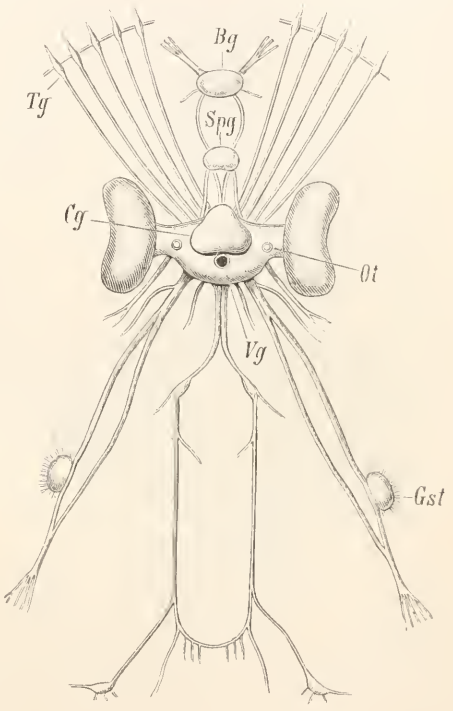
Das *Nervensystem* (Fig. 670) zeichnet sich durch die grosse Concentration und mächtige Entwicklung aus. Bei den *Dibranchiaten* bilden die Centren eine

Fig. 669.



Verdauungsapparat von *Sepia*, nach W. Keferstein, combinirt. *L* Lippe, *Mxi*, *Mxs* unterer und oberer Kiefer, *Ra* Radula, *Bg* Buccalganglion, *Spd* Speicheldrüse, *Oe* Oesophagus, *L* Leber, *Gg* Gallengänge, *Gsp* Ganglion splanchnicum, *M* Magen, *M'* Magenblindsack, *A* After, *Tb* Tintenbeutel.

Fig. 670.



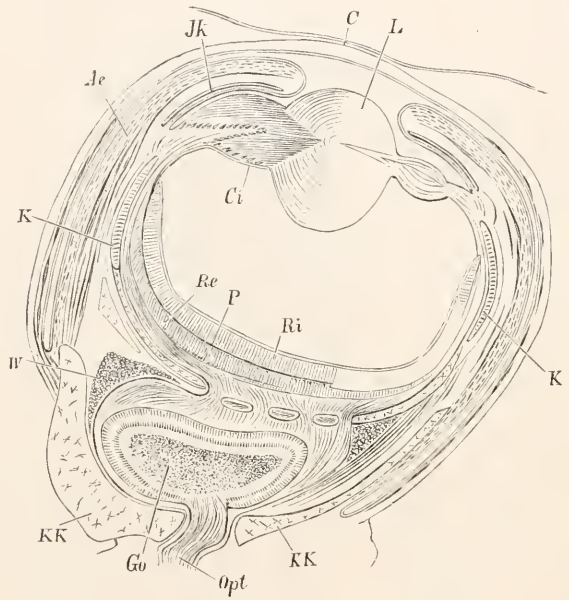
Nervensystem von *Sepia officinalis*, nach Ihering. *Cg* Cerebralganglion, *Vg* Visceralganglion, *Bg* Buccalganglion, *Spg* Suprapharyngealganglion, *Tg* Tentakelganglien, *Gs* Ganglion stellatum, *Ot* Gehörblasen.

umfangreiche, in der Knorpelkapsel des Kopfes eingelagerte Ganglienmasse, durch welche die Speiseröhre hindurchtritt. Man unterscheidet eine obere und untere, durch zwei Commissuren verbundene Schlundportion. Die erstere entspricht dem Gehirn und entsendet die Sinnesnerven, sowie die Nerven der Buccalganglien. Die untere Portion enthält vornehmlich die Pedal- und Visceralganglien. Die letzteren geben eine grosse Zahl von Nerven zu dem Mantel, den Eingeweiden und den Kiemen ab. In den Verlauf dieser Nerven schieben sich

noch das grosse *Ganglion stellatum* jederseits im Mantel, ferner ein Ganglion der Hohlvene, zwei Kiemenganglien und das *Ganglion splanchnicum* ein.

Unter den Sinnesorganen treten die grossen Augen zur Seite des Kopfes hervor. Jeder Augenbulbus liegt in einer besonderen, theilweise von den Höhlungen des Kopfknorpels gebildeten Orbita und wird von einer festen Kapsel umschlossen, welche sich vorne in einen dünnen und durchscheinenden, als Cornea bezeichneten Ueberzug fortsetzt. Dieser kann jedoch ganz fehlen (*Nautilus*) oder in anderen Fällen unter einer augenlidartigen Hautfalte ein kleines Loch (*Oigopsiden*) frei lassen, durch welches das Wasser in die vordere Augenkammer eintritt und in einen um die vordere Fläche des Bulbus in verschiedenem Umfange ausgedehnten Raum gelangt. (Fig. 671.) In seinem inneren Baue besitzt das Cephalopodenauge fast ganz dieselben Theile wie das Wirbelthierauge. Als wesentliche Abweichung von dem Auge der Wirbelthiere ist besonders die innere Lage der Stäbchenschicht hervorzuheben. Das Auge von *Nautilus* entbehrt der Linse.

Fig. 671.



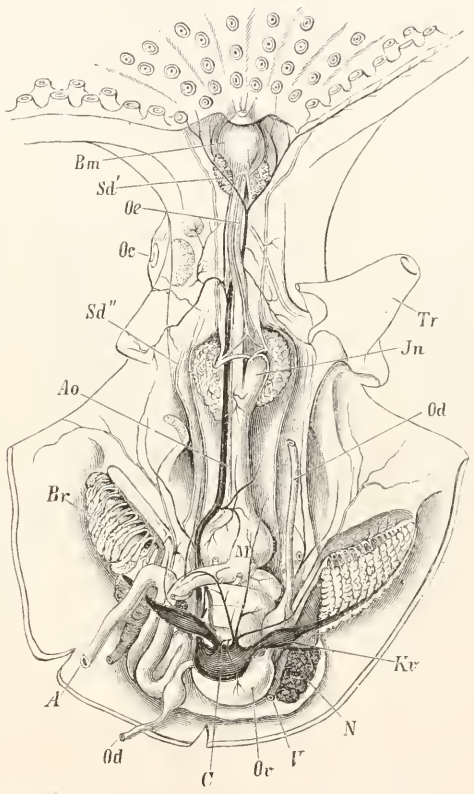
Horizontalschnitt durch das Auge von *Sepia*, schematisch nach Hensen. *KK* Kopfknorpel, *C* Cornea, *L* Linse, *Ci* Ciliarkörper, *Jk* Irisknorpel, *K* Augapfelknorpel, *Ac* Argentea externa, *W* weisser Körper, *Opt* Opticus, *Go* Ganglion opticum, *Re* äussere Schichte, *Ri* innere Stäbchenschichte der Retina, *P* Pigmentschichte derselben.

Die beiden Gehörsäckchen liegen im Kopfknorpel, und zwar bei den Dibranchiaten in besonderen Höhlungen desselben, dem sogenannten knorpeligen Labyrinthe, und erhalten von den Fussganglien aus ihre kurzen, im Gehirne wurzelnden Gehörnerven. Das *Geruchsorgan* liegt hinter dem Auge in Form einer mit Flimmerhaaren bekleideten Grube.

Als *Respirationsorgane* finden sich an den Seiten des Eingeweidesackes in der Mantelhöhle entweder zwei (*Dibranchiaten*) oder vier (*Tetrabranchiaten*) gefiederte Kiemen, deren Oberfläche von einem beständig erneuerten Wasserstrome umspült wird. Das Herz liegt im hinteren Theile des Eingeweidesackes, der Spitze des Körpers mehr oder minder genähert, und nimmt seitlich ebenso viele Kiemenvenen (Vorhöfe) auf, als Kiemen vorhanden sind. (Fig. 672 und 673.) Nach vorne entsendet dasselbe eine grosse Aorta (*Aorta cephalica*), welche in ihrem Verlaufe starke Aeste an den Mantel, Darmcanal und Trichter

abgibt und sich im Kopfe in Gefässstämme für Augen, Lippen und Arme auflöst. Ausserdem tritt aus dem Herzen eine hintere Eingeweidearterie aus. Die in allen Organen reich entwickelten Capillarnetze gehen theils in Blutsinus, theils in Venen über, welche sich in einer grossen vorderen und einer hinteren Hohlvene, sowie in seitlichen Venen sammeln. Jene spaltet sich gabelförmig in zwei oder vier das Blut zu den Kiemen führende Stämme, die sogenannten Kiemenarterien, deren Wandung vor ihrem Eintritt in die Kiemen einen kräftigen contractilen Muskelbelag erhält und (*Nautilus* ausgenommen) regelmässig pulsirende *Kiemenherzen* bildet. Ueberall finden sich in den Seiten des Abdomens paarige Nierensäcke mit je einer Ausmündung auf einer Papille des Mantelraumes. (Fig. 674.) Die vordere Wand der Säcke ist oberhalb der Venen vielfach in Form traubiger Läppchen eingestülpt (sogenannte Venenanhänge). (Fig. 673.) Häufig (*Decapodidae*) verschmelzen die beiden Nierensäcke mit einander und stülpen sich überdies zu einem grossen unpaaren Nierensacke aus. Wie bei den übrigen Mollusken communiciren die Nieren mit der Leibeshöhle, welche bei den *Sepien* mächtig entwickelt, Herz, Geschlechtsdrüsen etc. aufnimmt, bei den *Octopodiden* dagegen auf enge canalartige Räume („Wassergefässsystem" Krohn) reducirt ist und nur die Geschlechtsdrüse enthält.

Fig. 672.

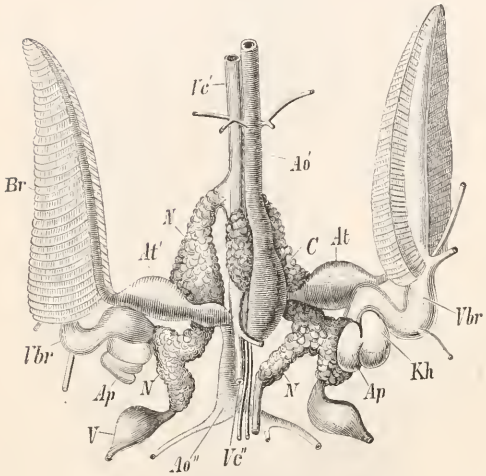


Eingeweide von *Octopus vulgaris*, nach Entfernung der unteren Bauchhöhlenwand und Leber, nach M. Edwards. *Bm* Buccalmasse, *Sd'* oberes Speicheldrüsenpaar, *Oe* Oesophagus, *Sd''* unteres Speicheldrüsenpaar, *Jn* Kropf, *M* Magen, *A* Ende des zurückgeschlagenen Afterdarmes, *Oc* Auge, *Tr* Trichter, *Br* Kiemen, *Ov* Ovarium, *Od* Oviducte, *N* Nieren, *Kv* abführende Kiemenvene, *V* Vene, *C* Herz, *Ao* Aorta.

Ein sehr verbreitetes *Excretionsorgan* ist der sogenannte Tintenbeutel, ein birnförmiger Sack, dessen stielförmiger Ausführungsgang neben dem After nach aussen mündet und eine intensive schwarze Flüssigkeit entleert, welche den Leib des Thieres wie in eine schwarze Wolke einhüllt und so vor Nachstellungen grösserer Seethiere schützt. Weiters findet sich ein drüsiger Anhang am Kiemenherzen, der sog. Kiemenherzanhang (Pericardialdrüse), welcher vom Peritonealepithel aus entstanden ist und wahrscheinlich excretorische Bedeutung hat.

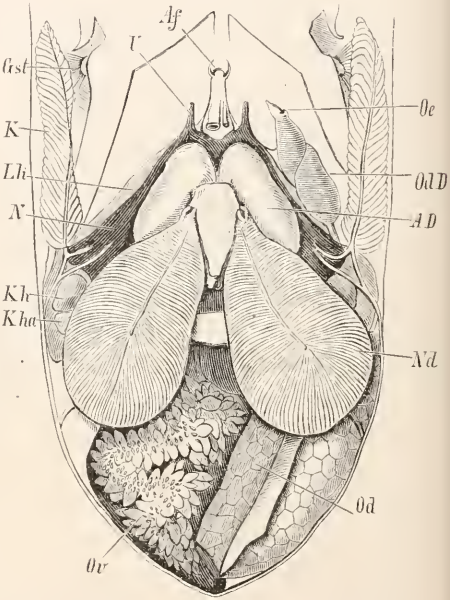
Die Cephalopoden sind getrennten Geschlechts. Männchen und Weibchen zeigen schon äusserlich vornehmlich an einem bestimmten Arme Geschlechtsdifferenzen. Nach der Entdeckung Steenstrup's erscheint beim Männchen stets ein bestimmter Arm als Hilfsorgan der Begattung umgestaltet, *hectocotylisirt*. Bei den *Octopodiden* ist fast überall der dritte Arm der rechten Seite hectocotylisirt. *Sepia* und *Loligo* zeigen den vierten linken Arm verändert und die rudimentären Saugnäpfe durch quergestellte Papillen verbunden. Sehr bedeutend differiren beide Geschlechter von *Argonauta*, indem das winzig kleine Männchen der Schale entbehrt.

Fig. 673.



Kreislaufs- und Excretionsorgane von *Sepia officinalis*, von der Dorsalseite dargestellt, nach Hunter. *Br* Kiemen, *C* Ventrikel, *Ao'* und *Ao''* die vordere und hintere (Aorta) Körperarterie, *V* seitliche Venen, *Vc'* vordere Hohlvene, *Vc''* hintere Hohlvene, *N* Nierenanhänge über den Venen, *Vbr* zuführende Kiemenvenen, *Kh* Kiemenherz, *Ap* Anhang desselben (Pericardialdrüse), *At*, *At'* abführende Kiemenvenen (Vorhöfe).

Fig. 674.



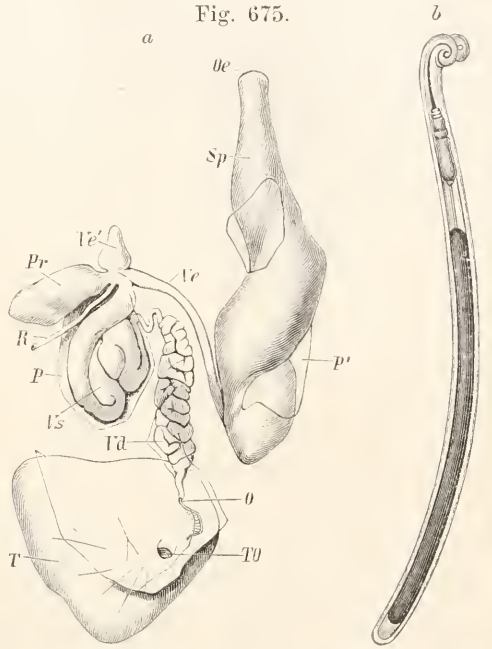
Anatomie des Rumpfes von *Sepia*, nach C. Grobben. *Ov* der Eierstock in der geöffneten Ovarialhöhle (Leibeshöhle), *Od* Oviduct, *Oe* Oeffnung desselben, *OdD* Eileiterdrüse, *Nd* Nidamentaldrüse, *AD* accessorische Nidamentaldrüse, *N* Niere, *U* Ureter, *Lk* Leibeshöhlencanal (Wassercanal), *Kh* Kiemenherz, *Kha* Pericardialdrüse (Kiemenherzanhang), *K* Kiemen, *Af* After, *Gst* Ganglion stellatum.

Die Geschlechtsdrüsen liegen frei in der Leibeshöhle und lassen ihre Producte in diese eintreten, aus welcher dieselben durch gesondert einmündende Ausführungsgänge aufgenommen werden. Das unpaare traubige Ovarium führt in einen doppelten (*Octopodiden*) oder unpaaren (meist linken), in die Mantelhöhle ausmündenden Eileiter, welcher in seinem Verlaufe eine rundliche Drüse aufnimmt und an seinem Endabschnitt drüsige Wandungen besitzt. Dazu kommen noch bei den *Decapodiden* und *Nautilus* die sogenannten *Nidamentaldrüsen*, welche in der Nähe der Geschlechtsöffnung ausmünden und einen Kittstoff zur Umhüllung und Verbindung der Eier secerniren. (Fig. 674.) Die Eier

werden entweder einzeln (*Argonauta*, *Octopus*) oder in grösserer Zahl (*Sepia*) von langgestielten Eikapseln umhüllt, und diese, untereinander zu traubigen Massen, sogenannten Seetrauben, verbunden, an fremden Gegenständen des Meeres angeklebt. In anderen Fällen (*Loligo*, *Sepiola*) liegen sie in gallertigen Schläuchen gehäuft.

Der männliche Geschlechtsapparat zeigt im Allgemeinen ähnliche Verhältnisse. (Fig. 675 *a*.) Der unpaare, aus langen cylindrischen Schläuchen gebildete Hoden entleert das Sperma in die Leibeshöhle, von wo aus dasselbe in den selbstständig an der Leibeshöhlenwand mündenden Samenleiter gelangt. Letzterer entspringt an der linken Seite als ein langer, dichtzusammengedrängter und verpackter Gang. Man unterscheidet an demselben einen engen, vielfach gewundenen Abschnitt (Samenleiter), eine erweiterte lange Samenblase mit Prostatadrüse an ihrem Ende und einen geräumigen Spermatophorensack, die Needham'sche Tasche, welche durch eine linksseitige Papille in die Mantelhöhle ausmündet. Bei *Sepia* geht vom Anfange des Vas efferens ein Röhrchen aus, welches sich in einen besonderen Sack (Theil der Leibeshöhle) öffnet.

Fig. 675.



a Männliche Geschlechtsorgane von *Sepia officinalis*, nach C. Grobben. *T* Hoden mit einem Stück Peritoneum, *TO* Oeffnung des Hodens in die Leibeshöhle, *Vd* Vas deferens, *O* Oeffnung desselben in die Leibeshöhle, *Vs* Vesicula seminalis, *Pr* Prostata, *R* Seitenröhrchen, welches durch eine Oeffnung in die eröffnete Bauchfelltasche *P* führt, *Ve'* Blindsack des Vas efferens, *Ve* Vas efferens, *Sp* Spermatophorensack (Needham'sche Tasche), *Oe* Geschlechtsöffnung, *P*, *P'* Abschnitte der Bauchfelltasche, von welcher der eine (*P*) die Vesicula seminalis aufnimmt. — *b* Spermatophore von *Sepia*, nach M. Edwards.

Bei der Begattung werden die grossen Spermatophoren (Fig. 675 *b*), wohl durch Vermittlung des Hectocotylusarmes, in die Geschlechtsöffnung des Weibchens gebracht. Bei wenigen Cephalopoden (*Tremoctopus violaceus, Philonexis Carenae* und *Argonauta argo*) erscheint übrigens der männliche Hectocotylusarm als individualisirter Begattungsapparat, der sich mit Spermatophoren füllt, vom männlichen Körper trennt, eine Zeit lang selbstständig bewegt und in der Mantelhöhle des Weibchens den Samen überträgt. (Fig. 676.)

Die *Entwicklung* [1]) des Eies wird durch eine discoidale Dotterfurchung eingeleitet, welche an dem spitzen Eipole stattfindet. Aehnlich wie beim

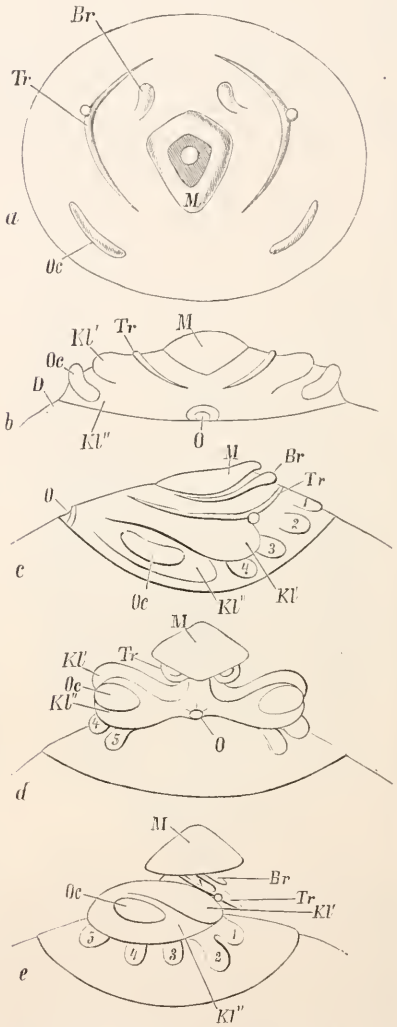
[1]) Vergl. ausser Kölliker: N. Bobretzky, Untersuchungen über die Entwicklung der Cephalopoden. Moskau, 1877 (russisch).

Vogelei bildet der gefurchte Theil des Dotters (Bildungsdotter) eine *Keimscheibe*, die sich während ihres weiteren Wachsthums von dem unteren Theil

Fig. 676.

Männchen von *Argonauta argo*, nach H. Müller. *He* Heetocotylusarm.

Fig. 677.



Embryonalentwicklung von *Sepia officinalis*, nach Kölliker. *a* Anlage des Embryos auf der dem Dotter aufliegenden Keimscheibe. *Br* Kiemen, *Tr* Trichterwulst, *Oc* Auge, *M* Mantel. — *b* Etwas älteres Stadium, von vorne gesehen. *D* Dotter, *Kl'* vorderer, *Kl''* hinterer Kopflappen, *O* Mund. — *c* Späteres Stadium von der Seite. *1—4* Anlagen der Arme. — *d* Aelteres Stadium, von vorne gesehen. *5* Fünftes Armpaar. — *e* Noch späteres Stadium in seitlicher Ansicht. Die Trichterhälften haben sich vereint.

des Keimes, welcher sich zum Dottersack gestaltet, mehr und mehr erhebt. An der Embryonalanlage entstehen mehrere Wülste, zuerst in der Mitte des Keimes ein flacher Wulst im Umkreis einer Vertiefung, welche er überwächst. (Fig. 677.) Es ist der Mantel, zu dessen Seiten die beiden Trichterlappen, sodann zwischen diesen und dem Mantel die Kiemen hervortreten. Ebenfalls seitlich, aber ausserhalb der Trichterhälften erheben sich die Anlagen des Kopfes, als zwei Paare länglicher Lappen, von denen der äussere hintere die Augen trägt. Am äusseren Rande des Keimes entstehen papillenförmige Höcker, die Anlagen der Arme. Mit dem weiteren Wachsthum des durchaus symmetrischen Embryos prägt sich die Cephalopodengestalt immer deutlicher aus, der Mantel erhebt sich bedeutend und überwächst die Kiemen und die Trichterhälften, welche zur Bildung des Trichters verschmelzen. Die Kopflappen verwachsen zwischen Mund und Trichter miteinander und schnüren sich am Mundende

schärfer vom Dotter ab, der seiner Lage nach somit kopfständig ist, und mit seltenen Ausnahmen lange Zeit noch als Dottersack zurückbleibt. (Fig. 678.)

Die Cephalopoden sind Meeresbewohner, welche theils an den Küsten, theils auf hoher See leben und sich vom Fleische anderer Thiere, besonders Crustaceen ernähren. Einige erreichen eine sehr bedeutende Grösse. Von Cephalopoden findet das Fleisch, dann der Farbstoff des Tintenbeutels (Sepia) und die Rückenschale (Os sepiae) Verwendung. Von der ältesten silurischen Periode an kommen Tintenfische in allen Formationen als wichtige Charakterversteinerungen (*Belemniten*, *Ammoniten*) vor.

Fig. 678.

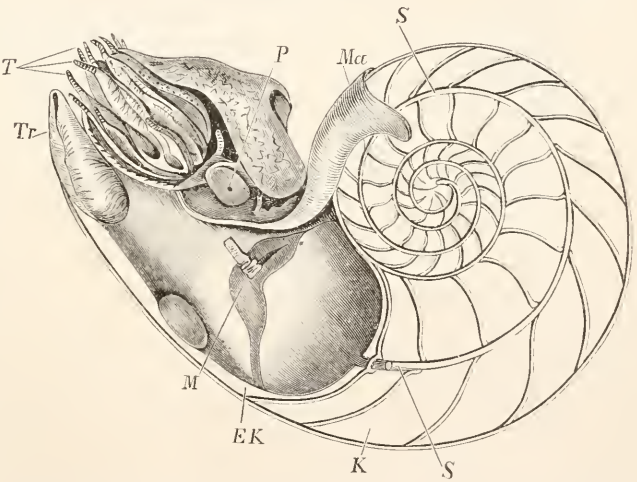
Fast reifer Embryo von *Sepia officinalis*, vom Rücken, nach Kölliker. *Ds* Dottersack.

1. Ordnung. **Tetrabranchiata** [1]**), vierkiemige Cephalopoden.**

Cephalopoden mit vier Kiemen in der Mantelhöhle und zahlreichen zurückziehbaren Tentakeln am Kopfe, mit gespaltenem Trichter und vielkammeriger Schale.

Eigenthümlich verhält sich die Kopfbewaffnung, indem an Stelle umfangreicherer Arme eine grosse Zahl von fadenförmigen Tentakeln die Mundöffnung umstellen. Bei *Nautilus* (Fig. 679) unterscheidet man auf jeder Seite des Körpers 19 äussere Tentakeln, von denen die rückenständigen Paare eine Art Kopfkappe bilden, welche die Mündung der Schale verschliessen kann; dazu kommen jederseits zwei am Auge stehende sogenannte Augententakeln und 12 innere Tentakeln, von denen sich die vier ventralen linksseitigen beim Männchen zu einem als *Spadix* bekannten, dem hectocotylisirten Arme analogen Gebilde umwandeln. Beim Weibchen finden sich endlich noch

Fig. 679.



Nautilus (règne animal). *T* Tentakeln, *P* Pupille des Auges, *Tr* Trichter, *K* Kammern, *EK* Endkammer der Schale, *S* Sipho, *Ma* Mantel, *M* Muskel.

[1]) R. Owen, Memoir on the Pearly Nautilus. London, 1832. Van der Hoeven, Beiträge zur Kenntniss von Nautilus (holländisch). Amsterdam, 1856. W. Keferstein in Bronn, Classen und Ordnungen des Thierreichs. III. Bd.: Cephalopoda. 1865.

innerhalb der letzteren an jeder Seite 14 bis 15 bauchständige Lippententakel. Der Kopfknorpel bildet anstatt eines geschlossenen Ringes zwei hufeisenförmige Schenkel, dem die Centraltheile des Nervensystems aufliegen. Die Augen sind gestielt, entbehren der Linse und überhaupt aller brechenden Medien. Der Trichter bildet ein zusammengerolltes Blatt mit freien unverwachsenen Rändern und besitzt eine Klappe. Ein Tintenbeutel fehlt. Die Kiemen sind in vierfacher Zahl vorhanden, ebenso die Kiemengefässe und die Nierensäcke. Kiemenherzen fehlen.

Die dicke äussere Schale der Tetrabranchiaten ist in ihrem hinteren Theile durch Querscheidewände in zahlreiche mit Luft gefüllte Kammern getheilt, welche von einem Sipho durchbohrt werden, und besteht aus einer äusseren, häufig gefärbten Kalkschicht und einer inneren Perlmutterlage. Die ähnliche Beschaffenheit zahlreicher fossiler Schalen lässt auf eine ähnliche Organisation ihrer unbekannten Bewohner schliessen. Besonders wichtig für die weitere Eintheilung der fossilen Tetrabranchiaten ist die Lage und Beschaffenheit des Siphos und die Gestalt, sowie die Verwachsungslinie der Septa. Die wenigen noch lebenden Arten der Gattung *Nautilus* gehören dem Indischen Meere und Stillen Ocean an.

Fam. *Nautilidae*. Die Scheidewände der Kammern sind einfach gebogen und nach den vorderen Kammern zu concav. Nahtlinie einfach mit wenig grossen welligen Biegungen oder einem seitlichen Lobus. Siphonaltuten nach hinten gerichtet. Der Sipho ist in der Regel central, die Schalenmündung einfach. *Orthoceras regularis* v. Schl., Kalkgeschiebe der norddeutschen Ebene. *Nautilus pompilius* L., Indischer Ocean.

Fam. *Ammonitidae*. Die Scheidewände an den Seiten vielfach gebogen, stets mit Lobus an der Aussenseite, in der Mitte meist nach vorne convex. Sipho an der Aussenseite. Enthält nur fossile Formen. *Goniatites retrorsus* v. Buch. *Ceratites nodosus* Bosc., *Ammonites capricornus* v. Schl.

2. Ordnung. **Dibranchiata** [1]**, zweikiemige Cephalopoden.**

Cephalopoden mit zwei Kiemen in der Mantelhöhle, acht saugnapf- oder hakentragenden Armen, vollständigem Trichter und Tintenbeutel.

Die *Dibranchiaten* besitzen in der Umgebung des Mundes acht mit Saugnäpfen oder Haken bewaffnete Arme, zu denen noch bei den Decapodiden zwei lange Tentakeln zwischen dem dritten und vierten Armpaare hinzukommen. Der Kopfknorpel bildet einen vollständig geschlossenen, die Centraltheile des Nervensystems in sich aufnehmenden Ring, dessen flach gewölbte Seitentheile den sitzenden Augen zur Stütze dienen. Im Mantelraum finden sich nur zwei angewachsene Kiemen, deren Zahl die der Kiemengefässe und Nieren entspricht. Der Trichter ist geschlossen. Tintenbeutel meist vorhanden. Vielen fehlt eine Schale vollkommen, bei anderen reducirt sich dieselbe auf eine innere hornige oder kalkige Rückenschulpe. Nur selten tritt ein einfaches Spiralgehäuse mit dünnen Wandungen (*Argonauta*-Weibchen. Fig. 680) oder eine einfach gekammerte siphohaltige Spiralschale (*Spirula*) auf. (Fig. 681.)

[1]) Hauptwerke: Férussac et d'Orbigny l. c., sodann Verany l. c.

1. Unterordnung. *Decapodida.* Ausser den acht Armen finden sich zwei lange Tentakeln zwischen dem dritten und vierten (ventralen) Armpaare. Die Saugnäpfe sind gestielt und mit Hornringen versehen, die Augen ohne sphincterartiges Lid. Der Mantel trägt zwei seitliche Flossen und am Mantelrande einen ausgebildeten Schliessapparat. Sie besitzen eine innere Schale. Trichter meist mit Klappe. Eileiter unpaar.

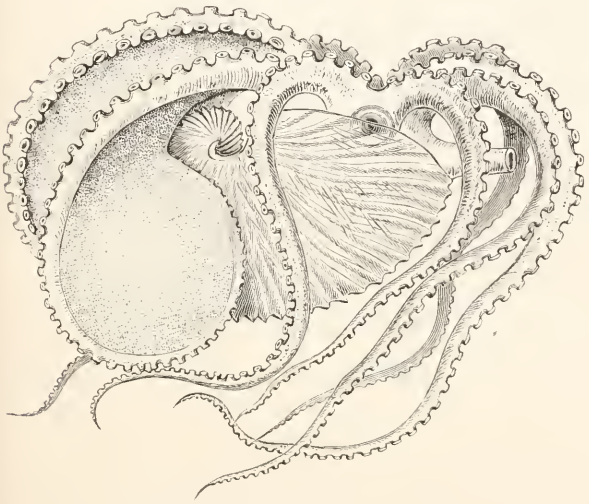
Fam. *Spirulidae.* (Fig. 681.) *Spirula Peronii* Lam., Südsee.

Fam. *Belemnitidae. Belemnites digitalis* Voltz., oberer Lias.

Fam. *Myopsidae.* Mit geschlossener Cornea und verdeckter Linse. *Sepia officinalis* L., *Loligo vulgaris* Lam., Mittelmeer. (Fig. 667.) *Sepiola vulgaris* Grant., Mittelmeer. *Rossia macrosoma* Fer. d'Orb., Mittelmeer.

Fam. *Oigopsidae.* Augen mit weit geöffneter Hornhaut und freiliegender, vom Wasser bespülter Linse. (Vielleicht besser als Unterordnung zu trennen.) *Onychoteuthis Lichtensteini* Fer., *Ommastrephes todarus* d'Orb.

Fig. 680.



Argonauta argo, Weibchen, schwimmend.

Fig. 681.

Spirula australis (aus Bronn).

2. Unterordnung. *Octopodida.* Die beiden Tentakeln fehlen. Die acht Arme tragen sitzende Saugnäpfe ohne Hornring und sind an ihrer Basis durch eine Haut verbunden. Augen verhältnissmässig klein mit sphincterartigem Lide. Der kurze rundliche Körper entbehrt der inneren Schulpe und meistens auch der Flossenanhänge. Mantel ohne knorpeligen Schliessapparat, durch ein breites Nackenband an den Kopf befestigt. Trichter ohne Klappe, Eileiter paarig.

Fam. *Octopodae. Octopus vulgaris* Lam., *O. macropus* (Fig. 668), Mittelmeer. *Eledone moschata* Lam. Mittelmeer und Adria.

Fam. *Philonexidae. Philonexis Carenae* Ver., *Tremoctopus violaceus* Dell. Ch. *Argonauta argo* L. Das kleine Männchen ohne Schale. (Fig. 676.) Das grosse Weibchen mit flossenartigen Erweiterungen der Rückenarme trägt eine kahnförmige dünne Schale, um deren Seitenfläche dasselbe die Armflossen ausbreitet. (Fig. 680.)

VII. Thierkreis.

Molluscoidea, Molluscoideen.

Festsitzende Bilateralthiere ohne Metamerenbildung, mit bewimpertem Tentakelkranz oder spiralig aufgerollten Mundarmen, im ersteren Falle von einem Gehäuse (Cyste), im anderen von einer dorsalen und ventralen Schalenklappe umschlossen, mit einem einfachen Ganglion oder mit mehreren durch einen Schlundring verbundenen Ganglienknoten.

Die beiden als Molluscoideen vereinigten Thiergruppen, die *Bryozoen* und *Brachiopoden*, wurden früher allgemein zu den Mollusken gestellt. Seitdem die Entwicklungsgeschichte näher bekannt wurde, ist nicht nur wahrscheinlich gemacht, dass — ebenso wie diese — beide Gruppen ihrer Abstammung nach mit den Anneliden gemeinsame Wurzel haben, sondern dass sie, den näheren Beziehungen ihrer Larven entsprechend, trotz der bedeutenden Abweichungen im ausgebildeten Zustande, nahe verwandt sind, von den Mollusken aber sehr beträchtlich abstehen. Falls sich die nahe Verwandtschaft der stets solitären *Brachiopoden* und der fast ausnahmslos stockbildenden *Bryozoen* als begründet ergeben sollte, so würden die Spiralarme jener dem Tentakelkranze der Bryozoen entsprechen und das einfache Ganglion der letzteren dem suboesophagealen Ganglion der Brachiopoden homolog sein.

I. Classe. Bryozoa[1]) = Polyzoa, Moosthierchen.

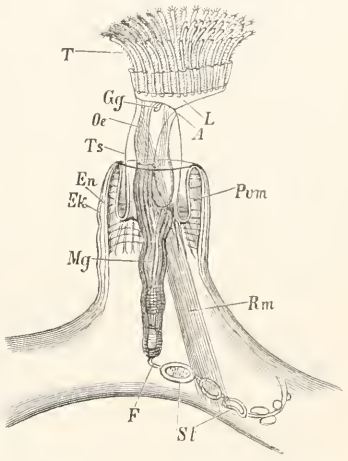
Kleine, meist zu Stöckchen vereinigte Molluscoideen mit bewimpertem Tentakelkranz, mit hufeisenförmig gebogenem Darmcanal und einfachem Ganglienknoten.

Der Name *Bryozoen* bezieht sich auf das moosähnliche, dendritische Aussehen der Stöcke, zu denen die kleinen Einzelthiere in gesetzmässiger Weise vereinigt sind. Indessen können die Stöckchen auch eine polyparienähnliche Form gewinnen, oder als rindenartige Krusten fremde Gegenstände überziehen. Solitäre Bryozoen sind seltene Ausnahmen (*Loxosoma*). In der Regel besitzen die Stöckchen eine hornige oder pergamentartige, häufig auch eine kalkige, seltener gallertige Beschaffenheit ihres cuticularen Skelets. Jedes Einzelthier (*Zooecium*) (Fig. 682) ist nämlich von einem sehr regelmässig und symmetrisch gestal-

[1]) F. A. Smitt, Kritisk förteckning öfver Skandinaviens Hafs-Bryozoer. Öfvers. Kongl. Vetensk. Akad. Förhandl. 1865, 1866, 1867. H. Nitsche, Beiträge zur Kenntniss der Bryozoen. Zeitschr. für wiss. Zool., 1869 und 1871. Ed. Claparède, Beiträge zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Seebryozoen. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XXI, 1871. J. Barrois, Recherches sur l'embryologie des Bryozoaires. Paris, 1877. B. Hatschek, Embryonalentwicklung und Knospung der Pedicellina echinata. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XXVIII. K. Kraepelin, Die deutschen Süsswasser-Bryozoen. Hamburg, 1887.

teten Gehäuse, *Ectocyste*, umgeben, dessen Oeffnung das Hervorstrecken des weichhäutigen Vorderleibes mit dem Tentakelkranz gestattet. Die mannigfache Gestalt der auch als *Zellen* bezeichneten Gehäuse, sowie die einem reichen Wechsel unterworfene Art ihrer Verbindung bedingt eine überraschende Mannigfaltigkeit in der Form der aus ihnen zusammengesetzten Colonien. Meistens sind die Zellen völlig von einander abgeschlossen, rücksichtlich ihrer Verbindung aber bald schief oder senkrecht aufgerichtet, bald wagrecht in eine Ebene ausgebreitet, bald reihenweise unter Bildung von Ramificationen an einander geordnet. Die Mündungen sind oft nach zwei gegenüberstehenden Seiten, zuweilen nach derselben Seite gewendet. Der äusseren chitinisirten und häufig incrustirten, zur Zelle gewordenen Cuticularschicht liegt die weithäutige Körperwandung, *Endocyste*, an. Dieselbe besteht aus einer äusseren Zellenlage (Matrix der Ectocyste) und einem Netzwerk sich kreuzender, einer homogenen Membran anliegender Muskelfasern (äussere Ringfaser-, innere Längsfaserschicht), an deren innerer, die Leibeshöhle begrenzender Fläche wenigstens bei den Süsswasserbryozoen ein zartes, von Flimmerhaaren besetztes Epithel aufsitzt. An der Oeffnung der Zelle stülpt sich die weiche Körperhaut nach innen zurück und bildet von da an das ausschliessliche Integument des Vorderleibes, dessen Basaltheil (Duplicatur) bei den meisten Süsswasserformen dauernd eingestülpt bleibt. Immer wird die Hauptmasse des Vorderleibes (Tentakelscheide) mit dem Tentakelkranz durch besondere, die Leibeshöhle durchsetzende Muskeln (Retractoren und Parietalmuskeln) eingezogen und hervorgestülpt, während die sogenannten Parietovaginalmuskeln den basalen, nicht selten bleibend eingestülpten Theil des Vorderkörpers befestigen. Die Tentakeln sind entweder (*Lophopoden*) auf einem zweiarmigen, hufeisenförmigen Träger (Lophophor) oder (*Stelmatopoden*) im Kreis angeordnet und stellen hohle, aussen bewimperte, mit Längsmuskeln versehene Ausstülpungen der Leibeswand dar, deren Raum mit der Leibeshöhle communicirt und sich von dieser aus mit Blut füllt. Sie dienen sowohl zum Herbeistrudeln von Nahrungsstoffen, als zur Vermittlung der Respiration.

Fig. 682.

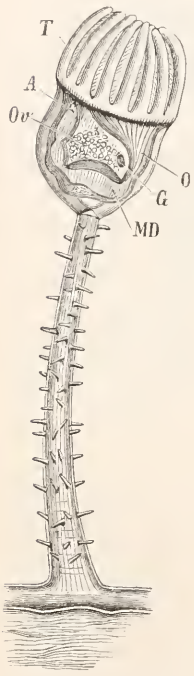


Plumatella repens, nach Allman. *T* Tentakeln, *L* Lophophor, *Oe* Oesophagus, *Mg* Magendarm, *A* After, *F* Funiculus, *St* Statoblasten, *Ts* Tentakelscheide, *Ek* Ektocyste, *En* Endocyste, *Gg* Ganglion, *Prm* Parietovaginalmuskeln, *Rm* Retractor.

Die Verdauungsorgane liegen frei in der Leibeshöhle, am Integument durch den sogenannten Funiculus und durch Muskelgruppen befestigt. Mit Unrecht hat man den von der Cyste umschlossenen Darm sammt Tentakelapparat als eine Art Individuum betrachtet und dem Cystid (Ectocyste nebst Endocyste) gegenüber als Polypid bezeichnet. In der Mitte der kreis- oder hufeisenför-

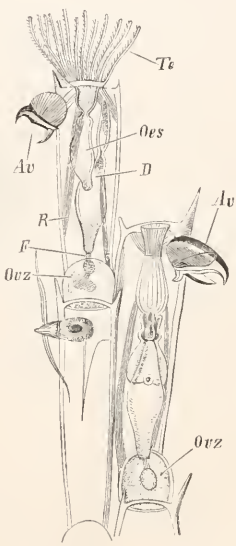
migen *Mundscheibe* liegt der Mund, oft von einem beweglichen, Epiglottis-ähnlichen Deckel (*Epistom*) überragt. Derselbe führt in einen hufeisenförmig umgebogenen Nahrungscanal, an welchem man eine langgestreckte, bewimperte, oft zu einem muskulösen Pharynx erweiterte Speiseröhre, einen geräumigen, blindsackartig verlängerten und am Ende des Blindsackes durch einen Strang (*Funiculus*) an der Leibeswand befestigten Magendarm und einen verengerten, nach vorne zurücklaufenden Enddarm unterscheidet. Der letztere mündet in der Nähe der Mundscheibe, meist ausserhalb derselben durch die rückenständige Afteröffnung aus. (*Ectoprocta*, Fig. 682.) Nur bei einigen wenigen Formen wie *Pedicellina* und *Loxosoma*, die man deshalb als *Endoprocta* sondert, liegt der After innerhalb des Tentakelkranzes. (Fig. 683.) *Herz* und *Gefässsystem* fehlen. Die Blutflüssigkeit erfüllt den gesammten Innenraum der Leibeshöhle und wird vornehmlich durch die Cilien der Leibeswand umherbewegt. Zur *Respiration* dürfte sowohl die gesammte Oberfläche des ausgestülpten Vorderleibes, als besonders die Tentakelkrone dienen. Als Niere ist der bei den *Endoprocten* und einigen *Ectoprocten* beobachtete schleifenförmige Canal zu betrachten.

Fig. 683.



Pedicellina echinata. *T* Tentakelkrone, *O* Mund, *MD* Magendarm, *A* After, *G* Ganglion, *Ov* Ovarium

Fig. 684.



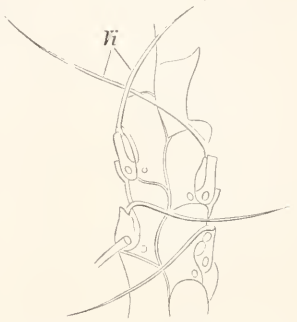
Bugula avicularia nach Busk. *Te* Tentakelkranz. *R* Retractor, *Oes* Oesophagus, *D* Darm, *F* Funiculus, *Av* Avicularien, *Ovz* Ovizellen.

Das *Nervensystem* besteht aus einem an dem Schlunde zwischen Mund und After gelegenen Ganglion, welches bei den Lophopoden in der Höhle des Lophophors eingeschlossen liegt und, durch einen zarten Schlundring (Nitsche) am Oesophagus befestigt, zahlreiche Nerven nach den Tentakeln und nach dem Oesophagus entsendet. Nach Fr. Müller soll bei *Serialaria* ein sogenanntes *Colonialnervensystem* die Einzelthiere verbinden und die Thätigkeit der Einzelthiere zum Zusammenwirken bestimmen. Claparède beschreibt dasselbe auch für *Vesicularia*, *Scrupocellaria scruposa* und *Bugula avicularia*. Besondere Sinnesorgane sind nicht bekannt geworden.

Die Bryozoen bieten uns in vielen Formen Beispiele eines ausgeprägten Polymorphismus. Bei *Serialaria* und Verwandten stellen die sogenannten Stengelglieder (Stammglieder) eine solche abweichende Individuenform vor. Dieselben besitzen bei bedeutender Grösse eine vereinfachte Organisation und

dienen zur Herstellung der ramificirten Unterlage für die Nährthiere. Auch gibt es hie und da Wurzelglieder, welche als ranken- oder stolonenartige Fortsätze die Befestigung vermitteln. Sehr verbreitet aber sind eigenthümliche, als besondere Individuen aufzufassende Anhänge mancher marinen Bryozoen, deren Bedeutung sich auf die Herbeischaffung der Nahrung zu beziehen scheint, die vogelkopfähnlichen *Avicularien* und *Vibracularien*. Erstere (Fig. 684) sind zweiarmige Zangen, welche den Zooecien in der Nähe ihrer Oeffnungen ansitzen und sich zeitweilig öffnen und schliessen. Sie können kleine Organismen, z. B. Würmer, schnappen, bis zum Absterben festhalten und die zerfallenen organischen Reste der durch die Tentakelwimpern veranlassten Strömung übergeben. Die Vibracula stellen ganz ähnliche Köpfchen dar, welche anstatt der Zangenarme einen sehr langen, äusserst beweglichen Borstenfaden tragen. (Fig. 685.) Endlich gibt es *Ovizellen* (*Ooecien*), welche als helm- oder kuppelförmige, je von einem Ei ausgefüllte Anhänge dem Zooecium aufsitzen (Fig. 684), jedoch besonderen Individuen nicht entsprechen dürften.

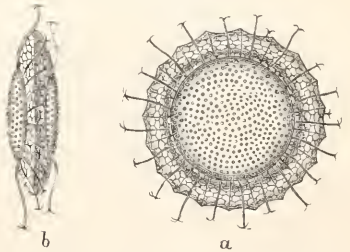
Fig. 685.



Scrupocellaria ferox, nach Allman. *Vi* Vibracula.

Die Fortpflanzung erfolgt theils geschlechtlich, theils ungeschlechtlich, im letzteren Falle entweder durch die sogenannten *Statoblasten* oder auf dem Wege der Knospung. Männliche und weibliche Geschlechtsorgane reduciren sich auf Gruppen von Samenzellen und von Eiern, welche am Peritoneum meist in demselben Thiere entstehen, seltener auf verschiedene Individuen vertheilt sind. Die Ovarien liegen im vorderen Körpertheile, während die Hoden entweder an dem oberen Theile des *Funiculus* oder nahe der Insertionsstelle desselben an der Leibeswandung ihren Ursprung nehmen. Beiderlei Geschlechtsproducte gelangen in die Leibeshöhle, wo die Befruchtung erfolgt. Vom Leibesraume aus gelangt das befruchtete Ei entweder in eine Knospe der Leibeswand (*Alcyonella*) oder, wie bei marinen Bryozoen, in ein äusserlich ansitzendes Ooecium. Als *Statoblasten* (Fig. 686) bezeichnet Allman eigenthümliche Fortpflanzungskörper, welche früher als hartschalige Wintereier gedeutet waren, von jenem Forscher aber als abfallende einer Befruchtung entbehrende Keime erkannt wurden. Dieselben entstehen nur bei den Süsswasserbryozoen als Zellenhaufen vornehmlich gegen Ende des Sommers an dem strangförmigen Funiculus, besitzen meist eine linsenähnliche, beiderseits flachgewölbte Gestalt und werden von zwei uhrglasförmigen harten Chitin-

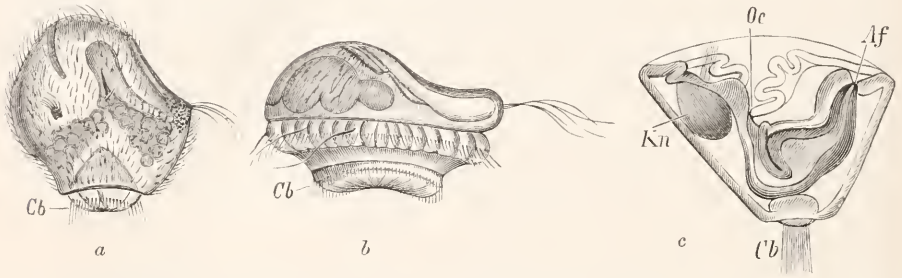
Fig. 686.



Statoblasten von *Cristatella mucedo*, nach Allman. *a* Von der Fläche, *b* von der Seite dargestellt.

schalen bedeckt, deren Peripherie häufig mit einem flachen, aus lufthaltigen Zellräumen bestehenden Ringe (Schwimmring) eingefasst ist, zuweilen auch (*Cristatella*) einen Kranz von hervorstehenden Stacheln zur Entwicklung bringt.

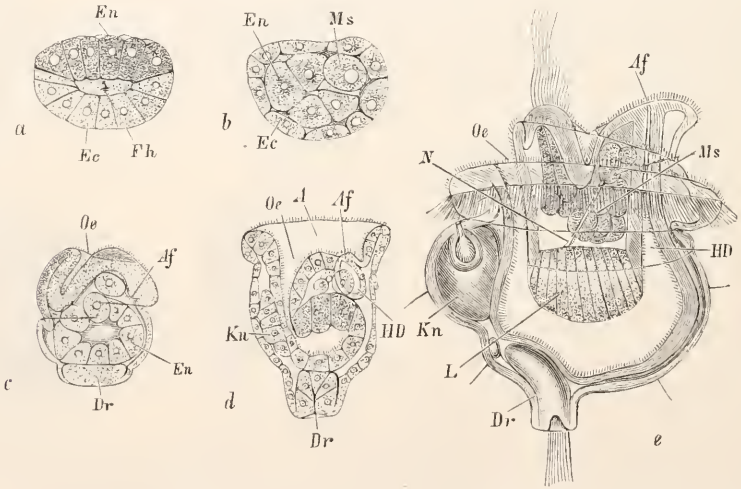
Fig. 687.



a Larve von *Canda reptans*, nach Barrois; *b* Larve von *Lepralia*, nach Barrois; *c Cyphonautes*, schematisch nach Hatschek. *Oe* Mund, *Af* After, *Cb* Ciliarbüschel, *Kn* Knospe.

Eine grosse Rolle spielt die Fortpflanzung durch Knospen, welche in dauernder Verbindung bleiben und zu der Entstehung von Colonien Veranlassung geben. Selten führt die Abschnürung einer Colonie durch Theilstücke zur Vermehrung der Thierstöckchen (*Cristatella*, *Lophopus*).

Fig. 688.

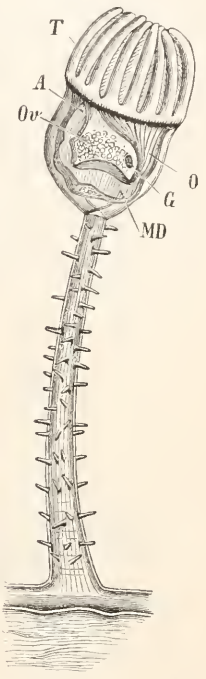


Entwicklung der *Pedicellina echinata*, nach B. Hatschek. *a* Keimblase, mit abgeflachter Seite des Entoderms. *Ec* Eetoderm, *En* Entoderm, *Fh* Furchungshöhle. — *b* Späteres Stadium im optischen Medianschnitt. Die erste Mesodermzelle (*Ms*), die rechts und links zur Medianlinie liegt, ist eingezeichnet. — *c* Späteres Stadium im optischen Medianschnitt. *Dr* Kittdrüse, *Oe* Oesophagus, *Af* Anlage des Afterdarms. — *d* Junge Larve im optischen Medianschnitt. *A* Atrium, *Hd* Hinterdarm, *Ku* Knospe. — *e* Freischwärmende Larve im ausgestreckten Zustande. *N* Nierencanal, *L* Leberzellen, *Ms* Mesodermzellen.

Die Entwicklung ist überall eine Metamorphose. Die Knospung beginnt bereits am Embryo. So entsteht bei den Süsswasserbryozoen, nachdem der Darmtractus und Tentakelapparat angelegt ist, noch ein zweiter Darm und Tentakelapparat, so dass der noch von der Eihülle umschlossene bewimperte Embryo schon ein kleines Thierstöckchen von zwei Individuen repräsentirt.

Bei den marinen chilostomen Bryozoen gelangen die befruchteten Eier in Ovizellen, welche aus einer helmförmigen Kapsel und einem blasenähnlichen Deckel bestehen. Hier durchläuft das Ei die Furchung und entwickelt sich zu einem Embryo, welcher als bewimperte Larve ausschwärmt und frei im Meere umherschwimmt. Die unregelmässig kugelige Larve besitzt einen kreisförmigen, cilienbesetzten Ring, die Cilienkrone. (Fig. 687 *a*, *b*, *c*.) Nach einiger Zeit setzt sich die Larve fest und erzeugt die Tentakelkrone. Das primäre Zooecium treibt alsbald durch Sprossung neue Zooecien, es bilden sich Avicularien und schliesslich, aber freilich erst nach dem Untergang der älteren Zooecien, auch Wurzelglieder. Bei den *Endoprocten* entwickelt sich das Ei in einem an der oralen Seite gelegenen Brutraum. Nach der totalen Furchung (Fig. 688 *a*—*c*) sondert sich an der Keimblase durch Einstülpung das Entoderm, aus welchem der Mitteldarm hervorgeht, während Oesophagus und Enddarm vom Ectoderm aus entstehen. Die Anlage des Mesoderms erfolgt durch zwei Zellen. Die Larven der Endoprocten besitzen einen hufeisenförmig gekrümmten Darm und einen Flimmerkragen, der am Vorderende hervorgestülpt wird, sowie eine Kittdrüse am Hinterende. Sie bergen ferner bereits eine Knospe als Anlage eines zweiten Individuums, welche sich frühzeitig im Embryo aus den Keimblättern angelegt hat. Auf denselben Larventypus sind auch andere, scheinbar sehr bedeutend abweichend gestaltete Larvenformen, wie der in allen Meeren verbreitete *Cyphonautes* (Fig. 687 *c*) zurückzuführen, welcher nach A. Schneider die Larve von *Membranipora pilosa* ist.

Fig. 689.



Pedicellina cchinata. *T* Tentakelkrone, *O* Mund, *MD* Magendarm, *A* After, *G* Ganglion, *Ov* Ovarium.

Die *Statoblasten* entwickeln aus ihrem Inhalte, nachdem sie den Winter überdauert, einfache unbewimperte Thierchen, welche bei ihrem Ausschlüpfen bereits alle Theile des Mutterthieres besitzen, sich sogleich bleibend befestigen und durch Knospung zu neuen Colonien auswachsen.

Die Bryozoen leben grösstentheils im Meere und siedeln sich auf Steinen, Muschelschalen, Corallen und Pflanzen an. Nur einige Süsswasserformen der Gattung *Cristatella* besitzen eine freie Ortsveränderung. Auch in der Vorwelt waren die Bryozoen überaus verbreitet, wie die zahlreichen von der jurassischen Formation an zunehmenden Ueberreste beweisen.

1. Ordnung. **Endoprocta.**

Bryozoen mit primärer Leibeshöhle, mit innerhalb des Tentakelkranzes mündender Afteröffnung.

Die Endoprocten repräsentiren einfachere, primitivere Verhältnisse, da sie in ihrer Organisation der Bryozoenlarve nahestehen. (Fig. 689.) Bei denselben

kommt es nicht zur Bildung einer Darmfaserplatte und persistirt die primäre Leibeshöhle. Mund und After münden innerhalb des Tentakelkranzes in eine Art Atrium, das eine die Embryonen aufnehmende Bruttasche bildet. In diese gelangen auch die Geschlechtsproducte aus den kleinen geschlossenen Geschlechtsdrüsen. Auch ist ein paariger wimpernder Nierencanal vorhanden.

Fam. *Pedicellinidae.* Stöckchen mit Stolonen, auf denen sich die langgestielten Individuen erheben. *Pedicellina echinata* Sars., Adria und Mittelmeer.

Fam. *Loxosomidae.* Langgestielte Einzelthiere. *Loxosoma singulare* Kef., *L. neapolitanum* Kow., Mittelmeer.

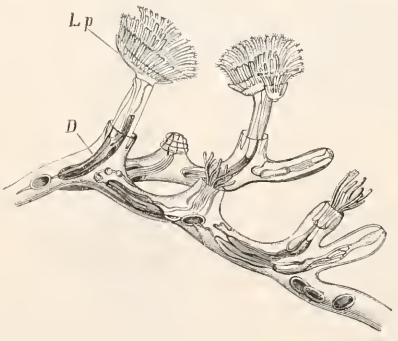
2. Ordnung. **Ectoprocta.**

Bryozoen mit Darmfaserschicht und ausserhalb des Tentakelkranzes mündender Afteröffnung.

Umfasst die bei Weitem grösste Zahl der Bryozoen, auf deren Bau in der vorausgegangenen Darstellung besonders Bezug genommen wurde. Stets mündet der After ausserhalb des Kranzes der Tentakel, welche entweder im geschlossenen Kreise oder auf einem zweiarmigen hufeisenförmigen Träger (Lophophor) angeordnet sind.

1. Unterordnung. *Lophopoda* [1]), *Armwirbler*, *Phylactolaemata* Allm. Süsswasserbryozoen mit hufeisenförmigem Tentakelträger und Epistom. Die Lophopoden charakterisiren sich vornehmlich durch die zweiseitige Anordnung der zahlreichen Tentakelfäden auf dem zweiarmigen Lophophor. (Fig. 690.) Ueberall findet sich über dem Munde ein beweglicher zungenförmiger Deckel (Epistom) (daher *Phylactolaemata*). Die Thiere sind meist von ansehnlicher Grösse und im Gegensatze zu den polymorphen Seebryozoen gleichartig; ihre Zellen communiciren häufig untereinander und bilden ramificirte, bald mehr spongiöse massige Stöckchen von überaus durchsichtiger, bald horniger, bald mehr weichhäutig lederartiger bis gallertiger Beschaffenheit. Statoblasten sind sehr verbreitet.

Fig. 690.



Plumatella repens, schwach vergrössert, nach Allman. *Lp* Lophophor, *D* Darm.

Fam. *Cristatellidae.* Freibewegliche Stöckchen, auf deren oberer Fläche sich die Einzelthiere in concentrischen Kreisen erheben. *Cristatella mucedo* Cuv.

Fam. *Plumatellidae.* Festsitzende, massige oder verästelte Stöckchen von fleischiger oder pergamentartiger Consistenz. *Lophopus crystallinus* Pall., *Alcyonella fungosa* Pall., *Plumatella repens* L. (Fig. 690.)

Eine besondere Unterordnung wird die Gattung *Rhabdopleura* [2]) Allm. beanspruchen. Dieselbe ist charakterisirt durch den Mangel einer Tentakel-

[1]) G. J. Allman, Monograph of fresh water Polyzoa. Ray Soc. 1856.

[2]) Allman, On Rhabdopleura etc. Quart. Journ. of mikr. Science, 1869. G. O. Sars, On some remarkable forms of animal life etc. Christiania, 1872.

scheide, sowie das Fehlen einer geräumigen Leibeshöhle, indem die Endocyste dem Darm fest anliegt; in Folge dessen vermag sich das Thier tief in die Zellen zurückzuziehen. Indessen lassen der Besitz eines zweiästigen, mit zahlreichen Tentakeln besetzten Lophophors, sowie der einer schildförmigen, dem Epistom der Phylactolaemen entsprechenden Platte dieselbe als der letztgenannten Gruppe nahestehend erscheinen. *Rh. mirabilis* M. Sars, nordische Meere.

2. Unterordnung. *Stelmatopoda*, *Kreiswirbler*. *Gymnolaemata*. Bryozoen mit scheibenförmigem Tentakelträger, in geschlossenem Kreise angeordneten Tentakeln und unbedecktem Mund. Mit Ausnahme der *Paludicelliden* sind die Stelmatopoden marine Bryozoen. Dieselben entbehren durchweg des Epiglottisähnlichen Epistoms und besitzen einen geschlossenen Kreis von minder zahlreichen Tentakeln, welche einer runden Mundscheibe entspringen. (Fig. 684.) Bei manchen Formen, wie bei *Alcyonidium gelatinosum*, *Membranipora pilosa*, wurde ein flaschenförmiger flimmernder Canal in der Leibeshöhle beobachtet, der neben den Tentakeln ausmündet. Statoblasten kommen nur selten vor. Die Stöckchen sind meist polymorph, oft aus Wurzel- und Stammzellen mit Vibracula und Avicularien zusammengesetzt. Die Ectocysten sind bald hornig fest, bald kalkig incrustirt und überaus verschieden gestaltet.

1. Tribus. *Cyclostomata*. Die weiten und endständigen Zellmündungen entbehren der beweglichen Anhänge. Die meisten Arten sind fossil, manche leben noch in den hochnordischen Meeren.

Fam. *Crisiadae*. Stöckchen aufrecht und gegliedert. *Crisia cornuta* Lam. *C. eburnea* L., Mittelmeer und Nordsee.

Fam. *Tubuliporidae*. Die Zooecien stehen in zusammenhängenden Reihen. *Idmonea atlantica* Forb., *Phalangella palmata* Wood., arktisches Meer. *Tubulipora lobulata* Hass., *Hornera* Lamx. Nordische Meere.

2. Tribus. *Ctenostomata*. Die endständigen Zellmündungen werden beim Einstülpen der Tentakelscheiden von einem Borstenkreis derselben deckelartig geschlossen. Stammzellen und Wurzelfasern kommen häufig vor.

Fam. *Alcyonidiidae*. Zooecien unter sich zu gelatinösen Stöckchen von unregelmässiger Form vereint. *Alcyonidium gelatinosum* L., nordische Meere.

Fam. *Vesicularidae*. Die Zooecien erheben sich als freie Schläuche auf dem verzweigten, kriechenden oder aufgerichteten Stöckchen. *Vesicularia uva* L., *Farella pedicellata* Ald., Norwegen. *Serialaria Continhii* Fr. Müll.

Fam. *Paludicellidae*. Süsswasserformen. *Paludicella Ehrenbergii* Van Ben.

3. Tribus. *Chilostomata*. Die Mündungen der hornigen oder kalkigen Zellen sind durch einen beweglichen Deckel, beziehungsweise Ringmuskel des Lippenrandes verschliessbar. Avicularien, Vibracula und Ovicellen werden oft angetroffen.

Fam. *Cellulariidae*. Dichotomisch verzweigte Stöckchen, deren Zooecien in zwei oder mehreren Reihen stehen. *Cellularia* Pallas., *C. Peachii* Busk. *Scrupocellaria* Van Ben. (Fig. 685.), *S. scruposa* L. *S.* (*Canda*) *reptans* Lin., Nordsee, Mittelmeer.

Fam. *Bicellariidae*. Die Zooecien konisch oder vierseitig, gebogen, ihre seitliche Mündungsfläche elliptisch und schräg zur Medianebene der Achse gestellt. *Bugula* (*Acamarchis*) Oken, *B. avicularia* L., europäische Meere. (Fig. 684.)

Fam. *Membraniporidae*. Zooecien mehr verkalkt, zu einer incrustirenden Colonie vereinigt. *Membranipora* Blainv., *M. pilosa* L., Adria. *Lepralia pertusa* Esp., Adria. *Flustra membranacea* L. Atlantischer Ocean.

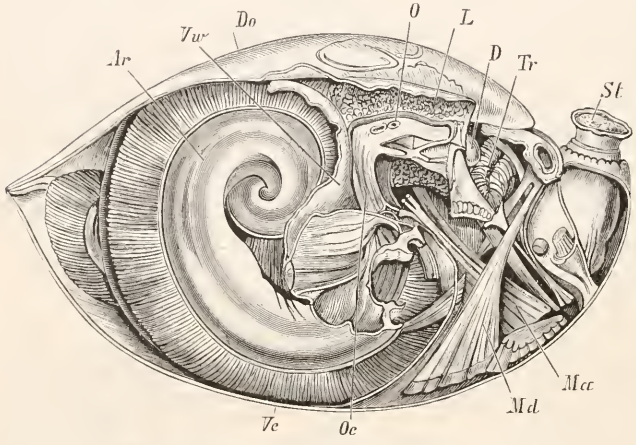
Fam. *Reteporidae*. Die oval-cylindrischen Zooecien zu einem reticulirten Stock vereinigt. *Retepora* Lam., *R. cellulosa* L., Mittelmeer bis arktisches Meer.

II. Classe. Brachiopoda[1]), Armfüsser.

Festsitzende Molluscoideen mit vorderer (dorsaler) und hinterer (ventraler) Schalenklappe, mit zwei spiralig aufgerollten Mundarmen.

Die *Brachiopoden* besitzen einen breiten, von einer vorderen (Rückenschale) und hinteren (Bauchschale) Schale bedeckten Körper. (Fig. 691.) Beide liegen entsprechenden Hautduplicaturen (Mantellappen) auf und sind am Rücken oft durch eine Art Schloss verbunden, über welches die meist tiefer gewölbte hintere Schale schnabelartig vorspringen kann. Diese Bauchklappe sitzt entweder unmittelbar auf fester Unterlage verwachsen auf, oder die Befestigung wird durch einen aus der Schnabelöffnung derselben hervortretenden Stiel vermittelt. Indessen kann der Stiel auch zwischen beiden, dann nahezu gleichgestalteten Schalenklappen hindurchtreten (*Lingula*). Die Schalen sind von der Haut ausgeschiedene, mit Kalksalzen imprägnirte Cuticular-

Fig. 691.



Anatomie von *Waldheimia australis*, in Seitenansicht, nach Hancock. *Do* Dorsallappen, *Ve* Ventrallappen des Mantels, *St* Stiel, *Ma* Adductor, *Md* Divaricator, *Ar* Arme, *Vv* vordere Leibeswand, *Oe* Oesophagus, *D* Darm, blind endend, *O* Einmündungsstelle der Leber (*L*), *Tr* Trichter des Eileiters.

[1]) R. Owen, On the anatomy of the Brachiopoda. Transact. Zool. Soc. London, 1835. T. H. Huxley, Contributions to the anatomy of the Brachiopoda. Ann. Mag. of nat. hist., 1854. A. Hancock, On the organisation of the Brachiopoda. Philos. Transact., 1858. Davidson, Monography of the British foss. Brachiopoda, 1858. Lacaze-Duthiers, Histoire naturelle des brachiopodes vivants de la Mediterranée. Ann. des sc. nat. 1871, Tom. XV. E. S. Morse, On the system. position of the Brachiopoda. Proceed. Boston Soc. of nat. hist., Tom. XV, 1873. Derselbe. On the oviducts and embryology of Terebratulina. Amer. Journ. of Science and Arts. 1873. A. Kowalevski, Russische Abhandlung über Brachiopoden-Entwicklung. Moskau, 1874. W. K. Brooks, The development of Lingula and the Systematic Position of the Brachiopoda. Chesapeake zool. Labor. Scient. Res., 1878. J. F. van Bemmelen, Untersuchungen über den etc. Bau der Brachiopoda Testicardines. Jen. Zeitschr., XVI. Bd., 1882.

gebilde und werden nicht durch ein Ligament, sondern durch besondere Muskelgruppen geöffnet und ebenso durch Muskeln, welche in der Nähe des Schlosses quer von oben nach unten den Leibesraum durchsetzen, geschlossen. Der zwischen den Schalen eingeschlossene bilaterale Leib besitzt zwei umfangreiche Hautduplicaturen, die beiden Mantellappen, welche der inneren Schalenfläche anliegen und am verdickten Rande sehr regelmässig Borsten tragen. Auch kann der Mantel Kalknadeln oder ein zusammenhängendes Kalknetz in sich erzeugen. Die Mundöffnung liegt zwischen der Basis zweier spiraligen, durch ein Armgerüst der Dorsalschale (Fig. 692) gestützten Arme und führt in die Speiseröhre, welche sich in den durch Bänder befestigten und von mächtigen Leberlappen umlagerten Magendarm fortsetzt. Dieser beschreibt entweder eine einzige Umbiegung nach der Rückenfläche aufsteigend, oder bildet bei bedeutender Länge mehrfache Windungen (*Discina*, *Lingula*). Im letzteren Falle mündet er an der Seite in die Mantelhöhle aus, während bei den mit einem Schalenschlosse versehenen Brachiopoden (*Terebratula*, *Waldheimia*) ein After fehlt. Hier endet der Darmcanal innerhalb der Eingeweidehöhle zwiebelförmig aufgetrieben. (Fig. 691.) Zuweilen setzt sich das Ende noch in ein strangartiges Organ fort (*Thecidium*).

Fig. 692.

Rückenschale von *Waldheimia australis* mit dem Armgerüst, nach Hancock.

Die beiden von einem festen Gerüste getragenen Mundarme sind lange, in kegelförmiger Spirale nach vorne aufgerollte Anhänge, welche wie die Mundsegel der Lamellibranchiaten von einer Rinne durchzogen werden. Die Umgebung der Rinne bilden dichte und lange, aus steifen aber beweglichen Fäden zusammengesetzte Fransen, deren Wimperbekleidung eine mächtige Strudelung erregt und kleine Nahrungskörper nach der Mundöffnung führt.

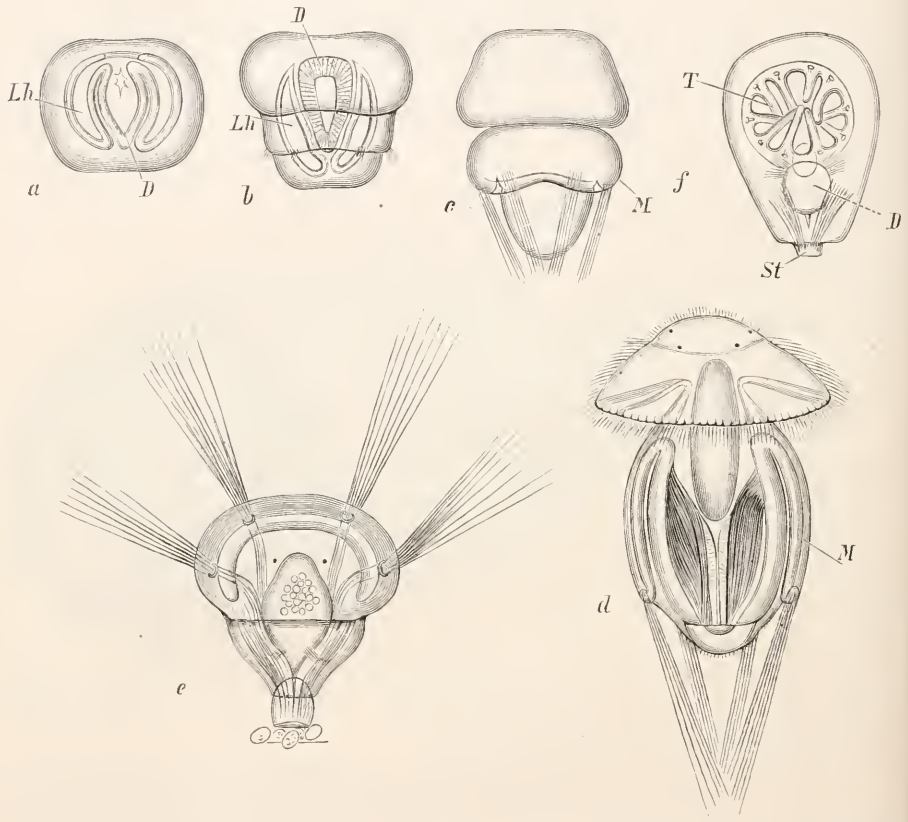
Auf der Rückenfläche des Magens liegt ein rundlicher, als Herz gedeuteter Sack. Derselbe nimmt das Blut durch einen gemeinsamen, über der Speiseröhre verlaufenden Venenstamm auf und gibt mehrere seitliche Arterienstämme ab. Indessen ist das Gefässsystem keineswegs geschlossen, sondern steht mit einem Blutsinus in der Umgebung des Darmes, den Eingeweidelacunen und einem sehr entwickelten Lacunensystem des Mantels und der Arme in Verbindung. Die letzteren bringen das Blut über eine bedeutende Fläche hin mit dem Wasser in endosmotischen Austausch, man betrachtet daher mit Recht sowohl die innere Mantelfläche, als die Spiralarme des Mundes als *Athmungsorgane*.

Als Nieren (den Segmentalorganen der Anneliden entsprechend) sind zwei, seltener vier Canäle mit drüsigen Wandungen anzusehen, welche zu beiden Seiten des Darmes mit freier Oeffnung trichterförmig in der Leibeshöhle beginnen und seitlich vom Munde ausführen. Dieselben fungiren zu-

gleich als Ausführungsgänge der Geschlechtsproducte und werden von Hancock als *Oviducte* bezeichnet.

Das Nervensystem besteht aus einem Schlundringe mit einer Ganglienanschwellung über dem Schlunde, von der aus starke Nerven an die Arme abgehen. Viel mächtiger ist die suboesophageale Ganglienanschwellung des Schlundringes, von welcher Nerven zu dem dorsalen Mantellappen ebenfalls zu den Armen und Schliessmuskeln entspringen, sowie zwei kleine Ganglien

Fig. 693.



Entwicklung von *Argiope*, nach Kowalevski. *a* Larve, deren Gastralhöhle die Divertikel der Leibeshöhle (*Lh*) gebildet hat. *D* Darm. — *b* Larve mit drei Abschnitten. — *c* Larve mit vier Borstenbündeln in den Mantellappen des Mittelabschnittes. *M* Mantel. — *d* Späteres Stadium. — *e* Festsitzende Larve mit nach vorne umgeschlagenen Mantellappen. — *f* Die kreisförmig gestellten Tentakeln (*T*) sind gebildet. *St* Stiel.

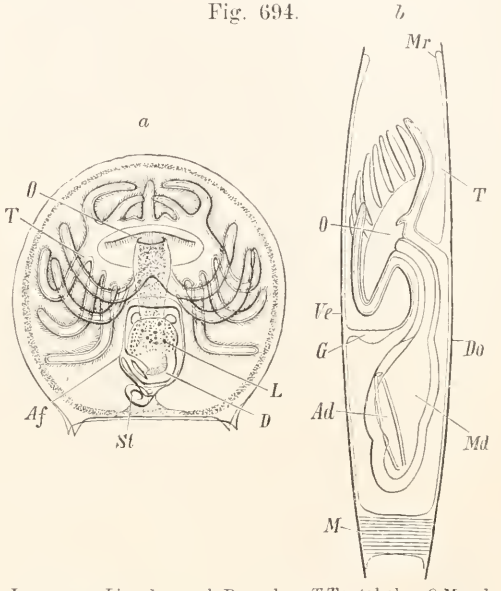
ausgehen, welche den ventralen Mantellappen und den Stielmuskel mit Nerven versorgen. Sinnesorgane sind nicht mit Sicherheit bekannt.

Wahrscheinlich sind die meisten Brachiopoden, wie *Discina*, *Thecidium* und *Terebratulina* getrennt geschlechtlich. Die Geschlechtsdrüsen bestehen aus dicken gelben Bändern und Wülsten, welche in paariger Anordnung von der Leibeshöhle aus in die Lacunen des Mantels hineindringen und sich hier unter mehrfachen Verästelungen ausbreiten. Dieselben sind Abschnitte der peritonealen Auskleidung und lassen die Producte in die Leibeshöhle gelangen,

aus welcher jene durch die bereits erwähnten, trichterförmig beginnenden Canäle nach aussen geführt werden.

Bezüglich der Entwicklung entsteht nach Ablauf der totalen Furchung meist durch Einstülpung des Blastoderms eine Gastrula. Die gastrale Cavität (*Argiope*) zerfällt wie bei Sagitta in einen mittleren Raum und in zwei seitliche Divertikel, welche sich abschnüren und die Leibeshöhle bilden. (Fig. 693.) Dann verlängert sich die ovale Larve und gliedert sich durch Einschnürungen in drei Abschnitte, von denen sich das vordere schirmförmig verbreitert, Wimpercilien und Augenflecken gewinnt, später aber zur Oberlippe verkümmert. An dem mittleren Abschnitte erhebt sich alsdann eine Falte zur Bildung der beiden Mantellappen, welche bald den Mittelleib nebst einem Theil des Endabschnittes bedecken. An dem unteren Mantellappen der entwickelten Larve treten vier Bündel langer Borsten hervor, welche wie bei den Würmern eingezogen und ausgespreizt werden (*c*, *d*). Nachher setzt sich die Larve fest und beginnt ihre Umgestaltung. Der festsitzende hintere Abschnitt wird zum Stiel, die Mantellappen schlagen sich nach vorne um und erzeugen die Schalenklappen. Die Borstenbündel werden abgeworfen, während in der Schale die Ablagerung von Kalk beginnt und die zuerst kreisförmig gestellten Tentakelfäden der späteren Arme auftreten. Die spätere Metamorphose der mit Tentakeln versehenen Larven ist am genauesten von Brooks für *Lingula* untersucht worden, deren Larven im Zustande der Tentakelentwicklung noch frei umherschwärmen. (Fig. 694 *a*, *b*.)

Fig. 694.



a Larve von *Lingula*, nach Brooks. *T* Tentakeln, *O* Mund, *D* Darm, *Af* After, *L* Leber, *St* Stielanlage. — *b* Längsdurchschnitt einer älteren Larve, nach Brooks. *Do* Dorsale, *Ve* Ventrale Schalenklappe, *Mr* verdickter Mantelrand, *T* Tentakeln, *O* Mund, *Md* Magendarm, *Ad* Afterdarm, *M* hintere Muskel, *G* Ganglion.

Gegenwärtig leben nur wenige Brachiopoden in verschiedenen Meeren, um so grösser war dagegen die Verbreitung in früheren Formationen, in denen bestimmte Arten die Bedeutung von Leitmuscheln haben. Auch gehören zu den Brachiopoden die ältesten Versteinerungen; einzelne der schon im Silur auftretenden Gattungen haben sich bis zur Gegenwart erhalten (*Lingula*).

1. Ordnung. **Ecardines. Angellose Brachiopoden.**

Schale ohne Schloss und ohne Armgerüst. Darm mit seitlichem After. Ränder der Mantellappen vollständig getrennt.

Fam. *Lingulidae*. Die dünnen hornigen Schalen nahezu gleichklappig. Stiel lang und fleischig. *Lingula anatina* Lam., Indischer Ocean.

Fam. *Discinidae*. *Discina lamellosa* Brod., Südamerika.

Fam. *Craniadae*. *Crania animala* Müll., Nordsee. *Cr. rostrata* Hoev., Mittelmeer. *Cr. antiqua* Defr., fossil aus der Kreide.

2. Ordnung. **Testicardines. Angelschalige Brachiopoden.**

Schale kalkig mit Schloss und Armgerüst. Darm blind geschlossen.

Den Uebergang bilden die Familien der ausschliesslich fossilen *Orthiden* und *Productiden* (*Productus* Sav.), deren Schalenrand noch der Angelgelenke entbehrt.

Fam. *Rhynchonellidae*. *Rhynchonella psittacea* Lam., nördl. Norwegen. *Rh. sicula* Seg., Mittelmeer. Fossile Arten im Silur. *Pentamerus* Sow. Enthält nur fossile Arten des Silur und Devon. Hier schliessen sich die fossilen *Spiriferiden* an (*Spirifer* Sow.).

Fam. *Terebratulidae*. *Thecidium mediterraneum* Riss., *Waldheimia* King., *Terebratula vitrea* Lam., Mittelmeer. *Terebratulina caput serpens* L., Nordsee. *Argiope* Dp., Mittelmeer.

VIII. Thierkreis.

Tunicata[1]), Manteltliiere.

Bilateralthiere von sackförmiger oder tonnenförmiger Körpergestalt, mit dickem Integument (Mantel) und einfachem Nervenknoten, mit weitem, zugleich zur Respiration dienendem Pharyngealsack und mit Herz.

Die Tunicaten verdanken ihren Namen dem Vorhandensein einer gallertigen bis cartilaginösen Hülle, welche (als Tunica externa oder Testa) den Leib vollständig umlagert. Die Körpergestalt ist sackförmig (*Ascidien*) oder tonnenförmig (*Salpen*). Ueberall findet sich am vorderen Ende eine weite, sowohl durch Muskeln, als häufig noch mittelst Klappen verschliessbare Oeffnung zur Einfuhr des Wassers und der Nahrungsstoffe in die zugleich als Athmungsorgan fungirende Pharyngealhöhle und daneben in einiger Entfernung (*Ascidien*) oder am entgegengesetzten Körperende (*Salpen*) eine zweite, ebenfalls verschliessbare Oeffnung als Auswurfsöffnung des mit der Pharyngealhöhle durch die Kiemenspalten communicirenden Kloakenraumes. (Fig. 695 und 696.)

Das Integument ist bald gallertig, bald von lederartiger bis knorpeliger Consistenz und erscheint oft krystallhell oder durchscheinend, zuweilen aber auch trübe und undurchsichtig und in verschiedener Weise gefärbt. Seine äussere Oberfläche ist glatt oder warzig, zuweilen stachelig oder filzig. Man nennt dieses äussere Integument, welches den Körper vollständig überzieht, den äusseren Mantel (*Tunica*) und hat dasselbe früher als eine Art Gehäuse

[1]) J. C. Savigny, Mémoires sur les animaux sans vertèbres. II. Paris, 1815. A. Chamisso, De animalibus quibusdam e classe Vermium. Berlin, 1819. Milne Edwards, Observations sur les Ascidies composées des côtes de la Manche. Mém. Acad. sc. Paris 1839. A. Kowalevski, Weitere Studien über die Entwicklung der einfachen Ascidien. Archiv für mikrosk. Anat., Bd. VII, 1871. Ed. v. Beneden et Julin, Recherches sur la Morphologie des Tuniciers. Archiv de Biologie. 1886.

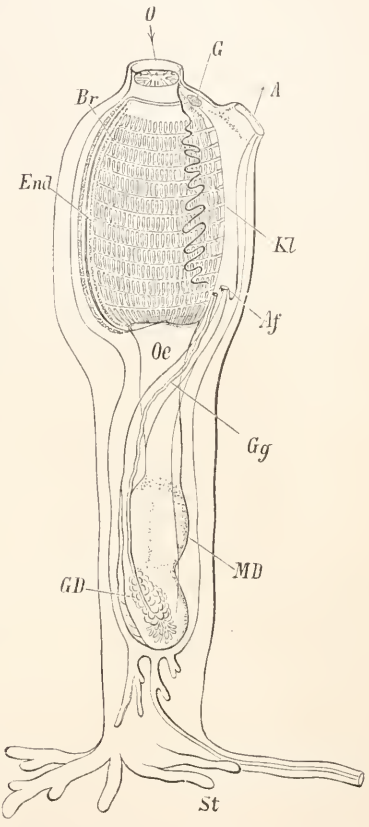
betrachtet und mit der zweiklappigen Schale der Lamellibranchiaten verglichen. Diese Zurückführung schien um so mehr berechtigt, als es nach der Entdeckung von Lacaze-Duthiers [1]) Ascidien gibt, deren knorpelig hartes Gehäuse sich in zwei durch besondere Muskeln verschliessbare Klappen spaltet (*Chevreulius*). Thatsächlich ist diese Aehnlichkeit indessen nur eine äussere und beruht lediglich auf Analogie.

Die Substanz des Mantels ist eine *cellulose*haltige Grundmasse mit eingeschlossenen Zellen, und erscheint, obwohl als cuticulare Ausscheidung entstanden, dem Baue nach als eine Form des Bindegewebes. Bei den coloniebildenden Tunicaten kann der äussere Mantel der Einzelthiere zu einer gemeinsamen Masse zusammenfliessen.

Auf den sackförmigen Mantel folgt die Leibeswandung des Thieres, deren äussere, an den Mantel anschliessende Zellenschicht das ectodermale Epithel vorstellt, welches den Mantel, aber auch die unterliegende sogenannte innere Mantelschicht erzeugt hat. Von dieser umgeben lagern sämmtliche Organe des Körpers, die Muskulatur, das Nervensystem, Darmapparat, Geschlechts- und Kreislaufsorgane in der engen Leibeshöhle.

Das *Nervensystem* beschränkt sich auf ein einfaches Ganglion, durch dessen Lage in der Nähe der Eingangsöffnung die Rückenseite bezeichnet wird. Die vom Ganglion ausstrahlenden Nerven treten theils zu den Muskeln und Eingeweiden, theils zu den namentlich bei freischwimmenden Tunicaten vorkommenden *Sinnesorganen*, welche sich als Augen, Gehör- und Tastorgane nachweisen lassen.

Fig. 695.



Clavellina lepadiformis (règne animal). *O* Mund, *Br* Kieme, *End* Endostyl, *Oe* Oesophagus, *MD* Magendarm, *Kl* Kloakenraum, *A* Auswurfsöffnung, *Af* After, *G* Nervencentrum, *GD* Genitaldrüse, *Gg* Ausführungsgang derselben, *St* Stolonen.

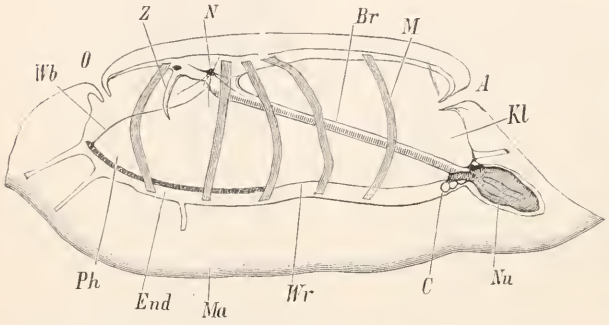
Die *Muskulatur* entwickelt sich vornehmlich in der Umgebung der Athemhöhle und wird sowohl zur Erweiterung und Verengerung dieses Raumes, als zum Verschlusse der Einfuhrs- und Auswurfsöffnung verwendet. Bei den *Ascidien* können drei Muskelschichten, eine äussere und innere Längsmuskellage und eine innere Ringmuskelschicht, zur Ausbildung kommen, während bei den *Salpen* bandartige, in die Substanz der Körperwandung eingelagerte Muskelreifen auftreten, welche neben der Erneuerung des

[1]) Lacaze-Duthiers, Sur un nouveau d'Ascidien. Ann. des sc. nat., V. sér. Tom. IV, 1865.

Athemwassers die Schwimmbewegung des tonnenförmigen Leibes besorgen. Als besonderes Locomotionsorgan tritt bei den kleinen *Appendicularien* und den freischwimmenden *Ascidien*-Larven an der Bauchseite ein peitschenförmig schwingender, durch einen Chordastrang (Urochord) gestützter Schwanzanhang auf.

Der *Darmcanal* beginnt überall mit weiter, als Respirationsorgan fungirender Pharyngealhöhle, in welche die vordere, als Mund zu deutende Mantelöffnung führt. Die Oesophagealöffnung liegt weit von der Eingangsöffnung entfernt im Innern dieser Athemhöhle. Zwischen Mund und Oesophagealöffnung verläuft in der Pharyngealhöhle, mitten an der Bauchseite, eine flimmernde, von zwei Falten begrenzte Rinne, deren drüsige Seitenwände als *Endostyl* bezeichnet werden. (Fig. 695 und 696.) Dieselbe beginnt mit zwei seitlichen Flimmerbogen, die sich zu einem geschlossenen Ring in der Nähe der Eingangsöffnung vereinigen und etwas vor dem Ganglion auf einen kleinen, in die Athemhöhle vorragenden Zapfen übertreten.

Fig. 696.



Salpa mucronata in seitlicher Ansicht. *O* Mund, *Ph* Pharyngealraum, *Kl* Kloakenraum, *A* Auswurfsöffnung, *Br* Kieme, *N* Nervencentrum, *Ma* Mantel, *M* Muskelreifen, *Z* Züngelchen, *Wb* Wimperbogen, *End* Endostyl, *Wr* Wimperrinne, *Nu* Nucleus, *C* Herz

Der auf die Pharyngealhöhle folgende Nahrungscanal besteht aus einem meist trichterförmig verengerten, bewimperten Oesophagus, einem blindsackartig vorspringenden, meist mit einer Leber versehenen Magendarm und einem Dünndarm, welcher unter Bildung einer Schlinge umbiegt und in den Kloakenraum ausmündet.

Ueberall findet sich ein Herz, welches, an der Ventralseite des Darmes gelegen, und von einem zarten Pericardium umgeben, lebhafte, von dem einen nach dem andern Ende hin fortschreitende Contractionen ausführt. Bemerkenswerth ist der plötzliche (von van Hasselt bei Salpen entdeckte) Wechsel in der Richtung der Contractionen, durch welche nach momentanem Stillstand des Herzens die Richtung der Blutströmung eine umgekehrte wird. Die vom Herzen ausgehenden Blutgefässlacunen führen in Lückensysteme der Leibeswandung zur Fortleitung des Blutes. Bei den Ascidien treten auch in den Mantel Gefässlacunen ein, indem sich von der Epidermis bekleidete Ausstülpungen der Leibeswand mit Bluträumen in den Mantel erheben. Hauptblutbahnen liegen in der Mittellinie sowohl des Rückens als des Bauches unterhalb der Bauchrinne und communiciren durch Nebenbahnen, welche sich im Umkreis der Athemhöhle als Quercanäle entwickeln. Diese communiciren mit den Bluträumen der verschieden gestalteten, aus der Pharyngealwand hervorgegangenen

Kieme, an deren Oberfläche das Wasser durch Wimpern in beständiger Strömung erhalten wird. Bei den *Ascidien* ist fast die gesammte Pharyngealwand in die Kiemenbildung eingegangen und zu einem netzartig von Spaltreihen durchbrochenen, gegitterten Kiemensack umgestaltet, um dessen Wandung sich ein Nebenraum der Kloakenhöhle als „*Peribranchialhöhle*“ entwickelt hat. In demselben erscheint der Kiemensack nur längs des Endostyls, sowie durch zahlreiche kurze Trabekeln, welche die Gitterbalken mit der gegenüberliegenden Leibeswand verbinden, befestigt. In anderen Fällen reducirt sich die Kieme unter bedeutender Verringerung der Spaltenzahl auf den Dorsaltheil der Pharyngealwand (*Doliolum*, *Salpa*).

Die Tunicaten sind Zwitter, oft jedoch mit verschiedenzeitiger Reife der männlichen und weiblichen Geschlechtsstoffe. Im Besonderen erweisen sich die Salpen zur Zeit ihrer Geburt als Weibchen und bringen erst später als trächtige Thiere die männlichen Geschlechtsorgane zur Reife. Bei *Perophora* reifen zuerst die Hoden, bei den *Botryllíden* umgekehrt die Eier. Hoden und Ovarien liegen meist neben den Eingeweiden im hinteren Körpertheile, und zwar jene als büschelförmig vereinigte Blindschläuche, diese als traubenförmige Drüsen, deren Ausführungsgang in den Kloakenraum ausmündet. Hier erfolgt auch in der Regel (selten an der ursprünglichen Keimstätte) die Befruchtung des Eies und die Entwicklung des Embryos, welcher entweder noch von den Eihüllen umgeben die Auswurfsöffnung verlässt, oder mittelst einer Art *Placenta* ernährt und auf einer weit vorgeschrittenen Stufe lebendig geboren wird (*Salpen*).

Neben der geschlechtlichen Fortpflanzung besteht fast allgemein die ungeschlechtliche Vermehrung durch Sprossung, welche häufig zur Entstehung von Colonien mit überaus charakteristisch gruppirten Individuen führt. Die Sprossung findet bald an verschiedenen Theilen des Körpers statt, bald ist sie auf bestimmte Stellen oder auf einen Keimstock (*Stolo prolifer*) beschränkt. Die auf diesem Wege erzeugten Colonien bleiben keineswegs immer sessil, sondern besitzen zuweilen, wie die *Pyrosomen*, oder wie die in Ketten nur äusserlich verbundenen *Salpen*, eine freie Ortsveränderung.

Die embryonale Entwicklung zeigt bei den *Ascidien* eine grosse Uebereinstimmung mit der niederer Vertebraten und insbesondere von *Amphioxus*. Nach Ablauf der totalen Furchung entsteht eine aus zwei Zellenschichten gebildete Gastrula, von deren Ectoderm sich das Nervensystem als Rohr anlegt. Gleichzeitig bildet sich in dem schwanzförmig verlängerten Körper aus einer Doppelreihe entodermaler Zellen ein der Chorda dorsalis homologes Achsenskelet. Darm, Nervensystem und Chorda zeigen ein dem Wirbelthierbau analoges Lagenverhältniss zu einander.

Die postembryonale Entwicklung ist bei den Ascidien eine Metamorphose, indem die Embryonen als bewegliche, mit Ruderschwanz und Augenfleck versehene Larven die Eihüllen verlassen und einige Zeit lang umherschwärmen, bei den stockbildenden Formen häufig noch vor ihrer Ansiedelung durch

Knospung eine kleine Colonie erzeugen. Ein *Generationswechsel* besteht bei den *Salpen* sowie bei *Doliolum* und wurde bei jenen schon lange vor Steenstrup von Chamisso erkannt. Die aus dem befruchteten Ei hervorgegangene und lebendig geborene solitäre Salpe bleibt zeitlebens geschlechtslos, erzeugt aber als Amme aus ihrem *Stolo prolifer Salpenketten*, deren Individuen, ihrer Gestalt nach von jener erheblich verschieden, die Geschlechtsthiere sind. Weit complicirter verhält sich der Generationswechsel bei *Doliolum* durch die Aufeinanderfolge mehrfacher Generationen.

Die Tunicaten sind durchweg Meeresthiere und ernähren sich von Algen, Diatomaceen und kleinen Crustaceen. Viele von ihnen, insbesondere die glashellen Pyrosomen und Salpen, leuchten mit prachtvollem intensiven Lichte.

I. Classe. Tethyodea[1]), Ascidien, Seescheiden.

Meist festsitzende Tunicaten von sackförmiger Leibesgestalt mit dicht hintereinander liegender Ein- und Ausfuhröffnung und weitem Kiemensack.

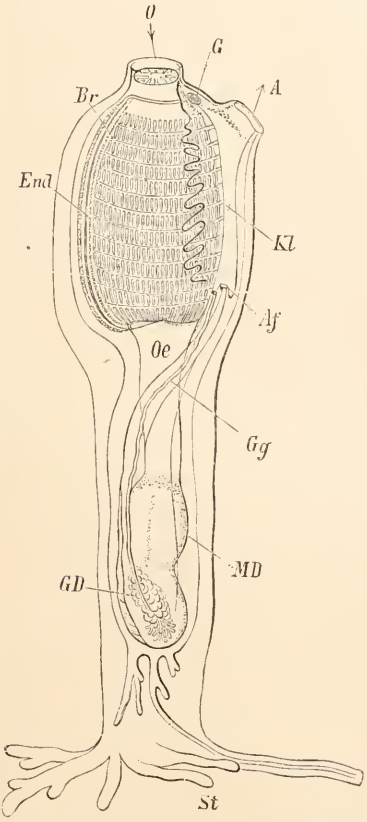
Der *Ascidien*-Leib lässt sich, wie schon der Name *Ascidie* ausdrückt, auf einen mehr oder minder gestreckten Schlauch oder Sack mit zwei meist nahe aneinander gerückten Oeffnungen zurückführen, von denen die obere dem Munde, die hintere dorsale der Kloakenöffnung entspricht. Seltener wie bei den *Botrylliden* und freischwimmenden *Pyrosomen* liegen beide in weitem Abstande an den entgegengesetzten Körperenden. Die Mundöffnung kann durch einen Sphincter, sowie oft durch vier, sechs oder acht randständige Läppchen geschlossen werden. (Fig. 697.) Aehnlich erscheint auch häufig der Rand der verschliessbaren Auswurfsöffnung, welche hinter der ersteren an der Neuralseite (Dorsalseite) liegt, in vier bis sechs Läppchen getheilt. Die geräumige, in der Regel als gegitterter „Kiemensack" erscheinende Pharynxwand wird in einigem Abstande vom Munde von einem Kreis meist einfacher Tentakeln umstellt. An der Neuralseite des Kiemensackes liegt der Kloakenraum, welcher nicht nur das durch die Kiemenspalten abfliessende Wasser, sondern auch die Kothballen und Geschlechtsstoffe aufnimmt. Der Darmcanal sammt den übrigen Eingeweiden entfaltet sich entweder, wie bei allen einfachen Ascidien, mehr zur Seite des Kiemensackes, oder, wie bei den langgestreckten Formen der

[1]) Ausser den citirten Werken von M. Edwards, Savigny vergl. J. C. Savigny, Tableau systématique des Ascidies etc. Paris, 1810. Eschricht, Anatomisk Beskrivelse af Chelyosoma Mac-Leyanum. Kjöbenhavn, 1842. P. J. Van Beneden, Recherches sur l'Embryogénie, l'Anatomie et la Physiologie des Ascidies simples. Mém. de l'Acad. roy. de Belgique, Tom. XX, 1846. A. Krohn, Ueber die Entwicklung von Phallusia mammillata. Müller's Archiv, 1852. Derselbe, Ueber die Fortpflanzungsverhältnisse bei den Botrylliden und über die früheste Bildung der Botryllusstöcke. Archiv für Naturgesch., Tom. XXXV, 1869. Th. Huxley, Anatomy and development of Pyrosoma. Transact. Lin Soc., Vol. XXIII, 1860.

zusammengesetzten Ascidien, lediglich hinter demselben und bedingt dann nicht selten eine Einschnürung des Körpers, so dass Milne Edwards Brust und Abdomen oder selbst Brust, Abdomen und Postabdomen unterscheiden konnte.

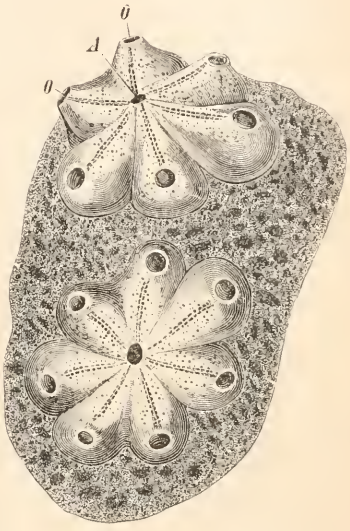
Die Ascidien bleiben entweder solitär und erreichen dann meist eine bedeutende Grösse (*A. solitariae*), oder erzeugen durch Knospen und Wurzelausläufer verzweigte Colonien, deren Einzelthiere mit der Leibeswandung untereinander zusammenhängen, ohne in eine gemeinsame Mantelumhüllung

Fig. 697.



Clavellina lepadiformis (règne animal). *O* Mund, *Br* Kieme, *End* Endostyl, *Oe* Oesophagus, *MD* Magendarm, *Kl* Kloakenraum, *A* Auswurfsöffnung, *Af* After, *G* Nervencentrum, *GD* Genitaldrüse, *Gg* Ausführungsgang derselben, *St* Stolonen.

Fig. 698.



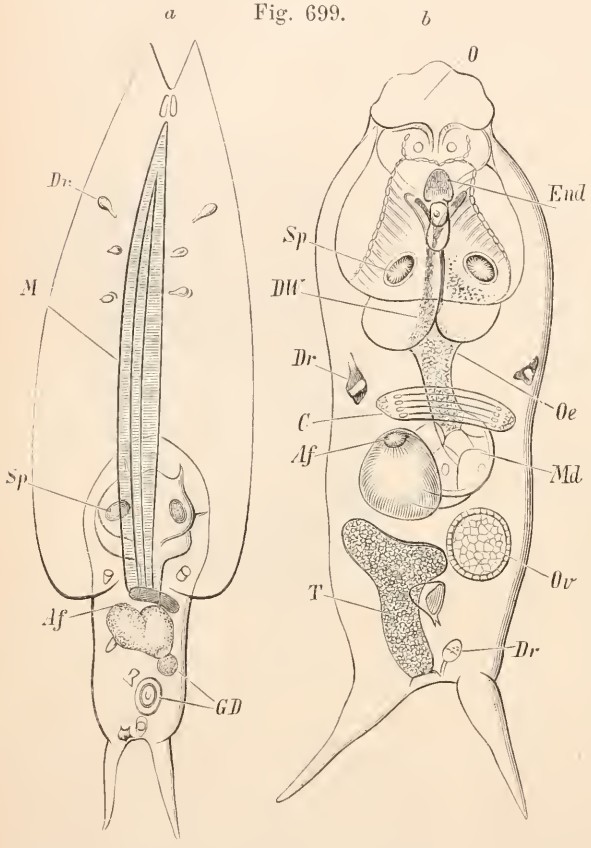
Botryllus violaceus, nach M. Edwards. *O* Mundöffnung, *A* gemeinsame Kloakenöffnung einer Individuengruppe.

eingebettet zu sein (*A. sociales*). In anderen Fällen (*Ascidiae compositae*) haben die Einzelthiere einen gemeinsamen Mantel, in welchem sie oft gruppenweise in charakteristischer Anordnung um gemeinschaftliche Centralöffnungen eingebettet liegen, so dass jede Gruppe ihre Centralhöhle besitzt, in welche die Auswurfsöffnungen der Einzelthiere gemeinsam einmünden. (Fig. 698.) Indessen gibt es auch frei bewegliche, sowohl solitäre (*Appendicularien*), als zusammengesetzte Ascidien (*Pyrosomen*). Am vollkommensten ist die Schwimmbewegung der solitären *Appendicularien*, welche, in ihrer äusseren Form den Ascidienlarven ähnlich, wie diese einen

peitschenförmigen Ruderschwanz tragen und durch dessen schlängelnde Bewegungen sich fortschnellen. (Fig. 699.)

Von diesen kleinen, einfach gebauten Formen wird man zum Verständniss des Ascidienbaues auszugehen haben. Neben dem Besitze des bauchständigen Ruderschwanzes mit seiner von der Chorda gebildeten Skeletachse (Urochord) liegt der auffallendste Charakter der *Appendicularien* in dem Mangel eines Kloakenraumes. Der After mündet daher frei nach aussen, und zwar median an der Bauchseite: aus demselben Grunde führen auch die Kiemenöffnungen direct hinaus als zwei trichterförmige Atrialcanäle, welche jederseits mit einer stark bewimperten Oeffnung am Pharyngealsacke beginnen und rechts und links meist etwas vor dem After nach aussen münden. Die Nahrungszufuhr wird von zwei am Vorderende eines kurzen Endostyls beginnenden Wimperbögen regulirt, welche den Eingang des Pharyngealsackes umziehen und in schrägem Verlaufe sich dorsalwärts zu einem medianen Wimperstreifen vereinigen. Der letztere zieht bis zur Oesophagealöffnung hinab, einem schmalen ventralen Wimperstreifen gegenüber, welcher am hinteren Endostylende beginnt. (Fig. 699.)

Fig. 699.



Appendicularia (*Fritillaria*) *furcata*. *a* Von der Bauchseite mit nach vorne geschlagenem Schwanz. *GD* Genitaldrüsen, *M* Muskulatur des Schwanzes. — *b* Von der Bauchseite nach Entfernung des Schwanzanhanges. *O* Mund, *End* Endostyl, *Sp* die beiden Kiemengänge der Pharyngealhöhle, *DW* dorsaler Wimperstreifen, *Oe* Oesophagus, *Md* Magendarm, *Af* After, *Dr* Drüsen, *C* Herz, *Ov* Ovarium, *T* Hoden.

Auch die Ascidienlarven (*Phallusia*) besitzen zuerst zwei Kiemenspalten mit entsprechenden Atrialgängen. Letztere sind nach A. Kowalevski als Ectodermeinstülpungen entstanden, treten später an der Rückenseite zusammen und münden dann mit gemeinsamer Kloakenöffnung aus. Die Ectodermbekleidung der seitwärts den Pharyngealsack umwachsenden Atrialhöhle wird zum parietalen und branchialen Blatt der bis zu den Seiten des Endostyls reichenden Peribranchialhöhle, in

welche eine immer grössere Zahl von Oeffnungen der zum Kiemenkorb werdenden Pharyngealwand zum Durchbruch gelangen.

Die besondere Gestaltung des Kiemenkorbes bietet zahlreiche systematisch verwerthbare Modificationen. Nicht nur, dass die Aussenfläche des Kiemenkorbes durch blutführende Trabekeln und Leisten an der Leibeswand befestigt ist, auch die Innenseite zeigt oft Falten und Vorsprünge mancherlei Gestalt. Desgleichen wechselt die Form der Kiemenöffnungen, welche rundlich, elliptisch, selbst spiralig gewunden sein können und in verschiedener Grösse und Zahl die Pharyngealwand durchbrechen.

Die Wimpervorrichtungen in dem gegitterten Kiemensack der Ascidien entsprechen denen der Appendicularien und bestehen aus dem sogenannten *Endostyl* nebst Bauchrinne und beiden Flimmerbögen.

Der bewimperte Oesophagus bleibt kurz trichterförmig und führt in einen erweiterten, als *Magen* unterschiedenen Abschnitt, dessen Wandung einen grosszelligen Epithelbelag trägt und durch faltenartige Vorsprünge Complicationen gewinnt. Auch mündet in denselben eine anliegende, bald folliculäre, bald aus Bündeln von Röhrchen oder aus netzartig verbundenen Schläuchen zusammengesetzte Drüse ein, die man als *Leber* [1]) bezeichnet, jedoch wohl als Hepatopankreas zu deuten hat. Der auf den Magen folgende Dünndarm ist von bedeutender Länge und bildet nach einer hämalen Umkrümmung meist eine Schlinge, bevor er nach dem Kloakenraum aufsteigt und mittelst eines kurzen, bei den *Appendicularien* birnförmigen Enddarmes ausmündet. Ausserdem hat man bei vielen Ascidien ein drüsenartiges Organ gefunden, in dessen Lumen sich Concremente ablagern, welche bei dem Mangel einer Oeffnung überhaupt nicht entfernt werden dürften. Man darf dieses Organ wohl als Niere betrachten, seit Kupffer in den Concrementen Harnsäure nachgewiesen hat.

Das Herz liegt an der Bauchseite des Darmcanals als contractiler Schlauch, dessen zwei Oeffnungen in ebensoviel Gefässlacunen überführen. Bei den Appendicularien (*Copelaten*) ist das Herz quer gezogen. Das sogenannte Gefässsystem der Ascidien bildet ein reiches netzartiges Lückensystem der Leibeshöhle, welchem man jedoch nicht besondere Wandungen beilegen darf.

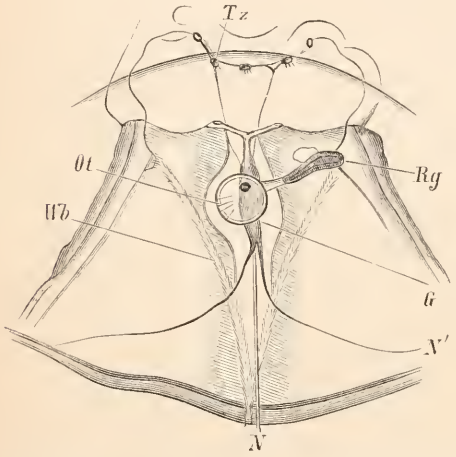
Das Nervensystem beschränkt sich auf ein längliches, an der Rückenseite der Kiemenhöhle gelegenes Ganglion, von welchem vorne, seitlich und hinten Nerven abgehen. Complicirter verhält sich das Gehirnganglion bei den Copelaten und Ascidienlarven, indem dasselbe hier einen ursprünglich mit einer Höhle versehenen, später in drei Abschnitte eingeschnürten Strang darstellt und mit Ganglien im Ruderschwanz in Verbindung steht. Der vordere kegelförmige Abschnitt des Gehirns entsendet bei den *Copelaten* paarige Sinnesnerven nach dem Eingangsabschnitt des Kiemensackes, dem mittleren kugeligen Theil sitzt das Gehörbläschen und ein gestieltes Wimperorgan an, während der verjüngte hintere Abschnitt zwei Seitennerven nach den Atrialcanälen abgibt und sich

[1]) Th. Chandelon, Recherches sur une annexe du tube digest. des Tuniciers. Bull. de l'Acad. roy. de Belgique, Tom. XXXIX, 1875.

in einen langen Nerven auszieht, welcher an der Basis des Schwanzes zu einem Ganglion anschwillt und im weiteren Verlaufe noch eine Anzahl kleinerer Ganglien bildet. (Fig. 700.) Die Rückbildung des Nervencentrums bei den Ascidienlarven zu dem einfachen Ganglion beginnt nach Verlust des Schwanzes und nach Entfaltung des Kiemenkorbes.

Von Sinnesorganen sind zum Tasten dienende Fortsätze des Integumentes (Läppchenbesatz der Körperöffnungen und Tentakeln), sowie peripherische, in Epithelzellen endigende Nerven am meisten verbreitet. In die gleiche Kategorie dürften grössere cilientragende Zellen am Mundrand der Copelaten zu stellen sein. Als *Geruchsorgan* betrachtete man die sogenannte Flimmergrube, eine mit Wimperzellen bekleidete, vor dem Ganglion gelegene, in den Pharynx mündende Grube. Nach Julin ist dieselbe im Zusammenhange mit einer unter dem Ganglion gelegenen Drüse als Aequivalent der Hypophysis zu betrachten. Bei den Copelaten erscheint die langgestreckte Wimpergrube durch den vortretenden Rand stielförmig abgehoben und liegt an der rechten Seite des Ganglions.

Fig. 700.



Nervensystem von *Appendicularia* (*Fritillaria*) *furcata*, nach Fol. *G* Ganglion, *N* Rumpfnerv, *N'* Seitennerven, *Ot* Otolithenblase, *Rg* Riechgrube, *Tz* Tastzellen mit ihrem Nerv, *Wb* Wimperbogen.

Eine *Gehörblase* findet sich linksseitig am Ganglion der Copelaten. Auch an den Ascidienlarven kehrt dieses aus einer Zelle der Gehirnblase entstandene Gebilde wieder, wird aber alsbald nach der Festheftung der Larve rückgebildet. Paarige Gehörbläschen treten bei den *Pyrosomen* auf, wo sie dem Ganglion mittelst kurzen Stieles verbunden sind.

Als Augenflecken deutet man Pigmenthäufchen, welche sehr regelmässig an den Lippen der grossen Körperöffnungen bei einfachen und zusammengesetzten Ascidien auftreten. Einen complicirteren Bau zeigt das dem Ganglion anliegende und aus einem Abschnitt des Nervenrohres entstandene Auge der Ascidienlarven, welches sich später rückbildet, bei den *Pyrosomen* aber auch im ausgebildeten Zustande erhält und eine linsenähnliche Einlagerung besitzt.

Beiderlei Geschlechtsorgane sind stets in demselben Thiere vereint und haben die Form verästelter oder gelappter Schläuche, deren Ausführungsgang in die Kloake führt. Bemerkenswerth ist die Verwendung der das Ei umgebenden Follikelzellen zur Bildung von Zotten an der Eihautoberfläche, sowie die Entstehung von sogenannten Testazellen (eingewanderten Follikelzellen) an der Innenseite der Eihaut über der Substanz des Dotters.

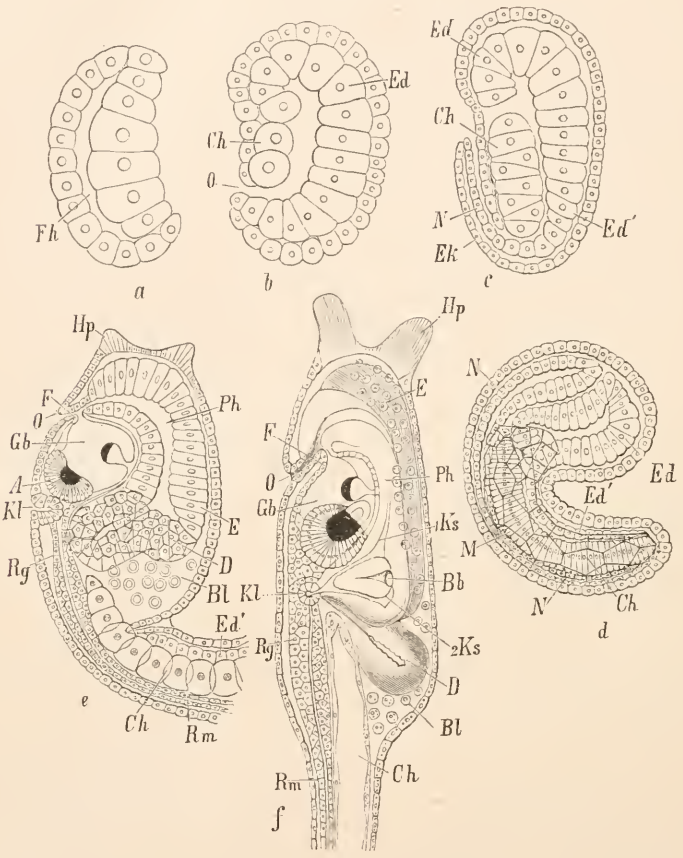
Die Entwicklung[1]) beginnt mit einer totalen Furchung, welche sich durch auffallende Symmetrie auszeichnet und zur Bildung einer Blastosphaera führt. Diese gestaltet sich durch einen zwischen Einstülpung und Umwachsung die Mitte haltenden Vorgang zur Gastrula mit einem geringen Rest der primären Leibeshöhle zwischen äusserem und innerem, die Gastralhöhle umschliessenden Zellsack. Indem sich der anfangs weite Gastrulamund von vorn nach hinten mehr und mehr verengt, wird er zu einer kleinen, am hinteren Körperende gelegenen Oeffnung, von der aus längs der durch die Gastrulaschliessung bezeichneten Dorsalseite eine flache mediane Rinne an der ectodermalen Zellenlage auftritt. Die Ränder dieser die Anlage des Nervensystems bezeichnenden Rückenrinne, in deren Hinterende die Einstülpungsöffnung liegt, treten faltenartig als Rückenwülste hervor, umwachsen den engen Gastrulamund und schliessen, von hinten nach vorne vorwachsend, indem sie mit einander verschmelzen, die Rückenrinne zu einem vorne offen bleibenden Rohre, welches sich vom Ectoderm ablöst und als Nervenrohr zum Nervencentrum wird. Noch bevor sich diese Vorgänge vollzogen haben, treten zwei bogenförmig vereinigte Zellreihen der Gastralwand unterhalb des Nervenrohres als Anlage des Chordastranges hervor. Die vordere Hälfte des Entodermsackes erzeugt den Kiemensack nebst Darmcanal, die hintere, dem sich schliessenden Gastrulamunde zugekehrte Hälfte bildet die Anlage nicht nur der Chorda, sondern auch des die Muskulatur und die Blutkörperchen liefernden Mesoderms, sowie eines Zellstranges unterhalb der Chorda. (Fig. 701.)

Im weiteren Verlaufe der Entwicklung wächst der etwas gestreckte sphäroidische Körper am hinteren Ende in eine schwanzförmige Verlängerung aus, deren Achse von der nunmehr einfachen Zellenreihe der Chorda, dem Urochord, eingenommen wird, während dorsalwärts die Verlängerung des Nervenrohres, ventral zwei Reihen Entodermzellen liegen. Der hervorgewachsene Schwanz biegt sich nach der dem Nervensystem entgegengesetzten Seite ein und schlägt sich gegen den Körper um. Mit der weiteren Entwicklung beginnt die Oberhaut am Vorderende sich zu verdicken und drei Papillen hervorzutreiben, die späteren Haftpapillen. Die Anlage des Nervensystems, an der zwei mit lichtbrechenden Organen versehene Pigmentflecke auftreten (Auge und Gehörorgan), wird in ihrem vorderen Abschnitte zu einer Blase und erstreckt sich in ihrer Verlängerung oberhalb der Chorda (als Strang mit Centralcanal) in den Schwanz hinein. Der geschlossene Kiemendarmsack liegt dem Nervensystem dicht an, nicht aber der Bauchwand des Körpers, indem hier die Leibeshöhle eine mächtige Ausdehnung erfährt, in welche rundliche Zellen des Mesoderms hineinrücken (Bildungselemente des Blutes, der Muskeln. Der

[1]) Vergl. ausser A. Kowalevski l. c. Kupffer, Zur Entwicklung der einfachen Ascidien. Archiv für mikrosk. Anat., Tom. VIII, 1872. Lacaze-Duthiers, Arch. de Zool. expérim., 1874. Ed. van Beneden et Julin, La segmentation chez les Ascidiens. Bull. Acad. roy. de Belgique, IIIe sér., Tom. VII, 1884. O. Seeliger, Die Entwicklungsgeschichte der socialen Asciden. Jen. Zeitschr. für Naturw., XVIII. Bd., 1884.

Kiemensack wächst an seinem oberen hinteren Ende in die blindsackförmige Anlage des Darmcanals aus. Mund und Kloakenöffnung werden dadurch gebildet, dass am vorderen Körperende und an zwei dorsalen Stellen der Haut trichterförmige Gruben entstehen, welche die Wand des Kiemensackes durch-

Fig. 701.



Entwickluug von *Phallusia mammillata*, uach Kowalevski. *a* Keimblase in der Einstülpung begriffen. *Fh* Furchungshöhle. — *b* Gastrula mit Einstülpungsöffnung *O*, *Ed* Entoderm, *Ch* Chorda (Urochord-Anlage). — *c* Späteres Stadium. *Ek* Ectoderm, *N* Anlage des noch offenen Nervenrohres. — *d* Stadium mit Rumpf und Schwanz. *Ed'* Anlage von Darmdrüseublattzelleu im Schwanz, *M* Muskelzelleu im Schwanz. — *e* Ausschlüpfende Larve. *Rg* Rumpfganglion, *Rm* Verlängerung desselben in den Schwanz, *Gb* blasenförmige Höhle im Vorderende des Nervencentrums (Gehirnblase), *F* Oeffnung derselben, *A* Auge, *O* Mundeinstülpung, *Ph* Pharyngealhöhle, *E* Eudostyl, *D* Darmanlage, *Kl* Atrialöffnung (Kloakenaulage), *Bl* Blutkörperchen, *Hp* Haftpapillen. — *f* Zwei Tage alte Larve (nur der Vorderkörper ist dargestellt). $_1Ks$, $_2Ks$ Kiemenlöcher, *Bb* Blutsinus in der ersten Kiemenleiste, *D* Darm.

bohren. Letztere führen zur Entstehung der ersten Kiemenspalten, zu welchen eine weitere grubenförmige Vertiefung der Haut, die Anlage der Kloake hinzutritt. Nun durchbricht der Embryo, auf dessen Haut die abgeschiedene Gallertmasse nebst den eingewachsenen, amöbenartig beweglichen Tunicazellen den Mantel bildet, die zottige Eihaut und tritt in das Stadium der frei umher-

schwärmenden Larve ein, welche rechtsseitig vom Endostyl die Anlage des Herzens zeigt und alle Organe des späteren Ascidienleibes mit Ausnahme der Geschlechtsdrüsen besitzt, dann aber während der weiteren Entwicklung eine *regressive* Metamorphose zu bestehen hat. Nachdem sich die Larve mittelst der Haftpapillen festgesetzt hat, verkümmert der Schwanz. Das Nervensystem mit den anhängenden Pigmentorganen bildet sich zurück und büsst zunächst die Höhle ein; dagegen wächst der Kiemensack zu grösserem Umfange heran, und am Verdauungscanal sondern sich Oesophagus, Magen und Darm schärfer. Alsdann wächst der Mantel fest, die Mundöffnung wird zur Einwurfsöffnung des Kiemensackes, und hinter ihr entsteht der Flimmerbogen am Vorderende der schon früher gebildeten Bauchfurche, an welcher sich der sogenannte Endostyl bildet.

Neben der geschlechtlichen Fortpflanzung spielt die Vermehrung durch Knospung bei den stockbildenden Ascidien eine grosse Rolle. Nach Krohn, Metschnikoff und Kowalevski betheiligen sich an der Knospenbildung ausser dem Ectoderm eine entodermale (bei *Botryllus* von der Atrialbekleidung stammende) Schicht, aber auch mesodermale Zellen. Manche Ascidien, wie *Perophora* und *Clavellina*, erzeugen durch Knospung Stolonen, von denen aus sich neue Individuen erheben, ohne jedoch ein einheitlich verbundenes System von Individuen herzustellen. Solche Knospencomplexe entwickeln sich dagegen bei den *Synascidien*, deren Individuen in einen gemeinsamen Mantel eingebettet sind. Zuweilen können die Larven bereits im geschwänzten Stadium Knospen bilden (*Didemnum*). Bei der durch die sternförmige Gruppirung der Individuen um gemeinsame Kloaken ausgezeichneten Gattung *Botryllus* erzeugt die junge Form nur eine Knospe und geht noch vor der völligen Reife des Tochterindividuums geschlechtslos zu Grunde. Auch dieses weicht bald zweien durch Knospung erzeugten Individuen zweiter Generation, deren vier Sprösslinge sich kreisförmig gruppiren und nach dem Untergang der Erzeuger das erste „System“ mit gemeinsamer Kloake bilden. In analoger Weise entstehen nun Sprösslinge, welche die ältere Generation zum Absterben bringen; die neu entstandenen Systeme sind aber ebenso vergänglich und machen wieder neuen Platz, so dass mit dem Wachsthum des Stockes ein fortwährender Ersatz der älteren Generationen durch jüngere stattfindet. Bei diesem ununterbrochen fortschreitenden Verjüngungsprocess haben die zuerst gebildeten Generationen nur die provisorische Bedeutung der Begründung des Stockes, die späteren Generationen werden geschlechtsreif, und zwar geht die weibliche Reife der männlichen voraus. Die Eier der noch jungen hermaphroditischen Generationen werden von dem Sperma der älteren befruchtet; erst nach dem Absterben dieser letzteren haben sich die Hoden jener bis zur vollen Reife des Samens ausgebildet und übernehmen nun jene Generationen die doppelte Aufgabe: die Brutpflege ihrer eigenen bereits befruchteten Eier und die Befruchtung der nachrückenden Generationen.

1. Ordnung. Copelatae [1]), Ascidien mit Larvenschwanz.

Freischwimmende kleine Ascidien von länglich-ovaler Körperform, mit Ruderschwanz und larvenähnlichem Habitus der Gesammtorganisation. (Fig. 699.) Ein Kloakenraum fehlt. Der After mündet an der Bauchseite direct nach aussen. Der Pharyngealsack ist nur von zwei Kiemenspalten durchbrochen. Herz quergestellt. Ovarien und Hoden liegen im hinteren Körpertheil neben einander und entbehren der Ausführungsgänge. Das langgestreckte, in drei Partien eingeschnürte Gehirnganglion steht mit einer Wimpergrube und Otolithenblase in Verbindung und verlängert sich in einen ansehnlichen Nervenstrang, welcher in den Schwanz eintritt, an der Basis desselben in ein Ganglion anschwillt und im weiteren Verlaufe unter Abgabe von Seitennerven mehrere kleinere Ganglien bildet. Durch Achsendrehung des Schwanzes erhält der ursprünglich dorsalgelegene Schwanznerv eine seitliche Lage. Den Metamerenbildungen am Nervencentrum des Schwanzes entsprechen segmentähnliche Abtheilungen der Muskulatur, welche an die Myocommata von *Amphioxus* erinnern. Zu dieser Uebereinstimmung kommt die ansehnliche Chorda (Urochord), welche die ganze Länge des Schwanzes durchsetzt.

Einzelne Arten tragen eine pellucide Gallerthülle, einem Gehäuse vergleichbar, mit sich herum. Ueber die Entwicklung dieser früher mit Unrecht für Larven gehaltenen Thierchen liegen nur unzureichende Angaben vor.

Fam. *Appendicularidae. Oikopleura* Mertens (*Appendicularia* Cham.). *Oi. cophocerca* Gegbr. *Fritillaria* Fol. Das Integument bildet vorne eine kapuzenähnliche Duplicatur. Schwanz $1^1/_2$mal so lang als der langgestreckte Leib. Endostyl gekrümmt. *Fr. furcata* C. Vogt, *Fr. formica* Fol, *Kowalevskia* Fol. Ohne Herz und Endostyl. Enddarm fehlt. *K. tenuis* Fol. Messina.

2. Ordnung. Ascidiae simplices [2]), einfache und aggregirte Ascidien.

Enthält sowohl solitär bleibende Formen, als verzweigte Stöckchen. Die letzteren oder geselligen Ascidien erheben sich auf verzweigten Wurzelausläufern und besitzen zeitweise oder dauernd einen gemeinsamen Kreislauf. Das Mantelparenchym zeigt meist eine hyaline durchsichtige Beschaffenheit. Dagegen ist der weit grössere Körper der solitär bleibenden Formen von einem knorpelig harten, sehr dicken und meist vollkommen undurchsichtigen Mantel umgeben, dessen Oberfläche oft warzige Erhebungen und mannigfache Einlagerungen besitzt. (Fig. 697.)

---

[1]) Vergl. C. Gegenbaur, Bemerkungen über die Organisation der Appendicularien. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. VI, 1855. H. Fol, Études sur les Appendiculaires du détroit de Messine. Mém. Soc. de phys. et d'hist. nat. de Génève, Tom. XXI, 1872.

[2]) Vergl. ausser Lacaze-Duthiers l. c. Heller, Untersuchungen über die Tunicaten des Adriatischen Meeres. I, II, III. Denkschrift der k. Akad. der Wissensch. Wien. 1874 bis 1877. O. Seeliger, Zur Entwicklungsgeschichte der Ascidien. Sitzungsber. der k. Akad. der Wissensch. Wien, 1882.

Fam. *Clavellinidae*. Sociale Ascidien, deren gestielte Einzelthiere auf gemeinsamen verzweigten Stolonen oder an einem gemeinsamen Stamme entspringen. Der Leib zeigt zuweilen (*Clavellina*) die drei Regionen ähnlich den Polycliniden. *Clavellina* Sav., *Cl. lepadiformis* Sav., Nordsee, Mittelmeer. (Fig. 697.) *Perophora Listeri* Wiegm., Nordsee.

Fam. *Ascidiadae*. Solitäre Ascidien meist von bedeutender Grösse. Die Einzelthiere pflanzen sich, wie es scheint, nur ausnahmsweise durch Sprossung fort und stehen, wenn sie gesellig neben einander sitzen, nie durch eine gemeinsame Mantelhülle oder Blutgefässe im Zusammenhang. *Ascidia* L. (*Phallusia* Sav.), *A. mammillata* Cuv., Mittelmeer. *A.* (*Ciona*) *intestinalis* L. u. a. A. *Cynthia* Sav., *C. papillosa* Sav., *C. microcosmus* Cuv. *Chevreulius* Lac. Duth., Mittelmeer.

Sehr merkwürdige aberrante Formen sind die Tiefsee-Ascidien: *Hypobythius calycodes* Mos. und *Octacnemus bythius* Mos.

3. Ordnung. **Synascidiae (Ascidae compositae [1]), zusammengesetzte Ascidien.**

Zahlreiche Einzelthiere liegen in einer gemeinsamen Mantelschicht und bilden massige halbweiche, lebhaft gefärbte Stöckchen, welche von schwammiger oder gelappter Form, nicht selten rindenartig fremde Gegenstände überziehen. Fast stets gruppiren sich die Einzelthiere in bestimmter Zahl um gemeinsame Kloaken, so dass am Stocke runde oder sternförmige Systeme mit Centralöffnungen entstehen. (Fig. 698.) Der Leib bleibt bald einfach und kurz, bald zerfällt er bei einer grösseren Streckung in zwei oder drei Abtheilungen und entsendet blutführende Ausläufer und verästelte Fortsätze in die gemeinsame Mantelmasse.

Fam. *Botryllidae*. Die Eingeweide des einfachen, nicht in Rumpf und Abdomen gegliederten Leibes liegen neben der Athemhöhle. Keine Läppchen an der Einfuhrsöffnung. *Botryllus stellatus* Pall., *B. violaceus* Edw.

Fam. *Didemnidae*. Die Eingeweide rücken grossentheils hinter die Athemhöhle, und es scheidet sich der Körper in zwei Abtheilungen, in Thorax und Abdomen. *Didemnum* Sav., *D. styliferum* Kow., *Leptoclinum candidum* Sav.

Fam. *Polyclinidae*. Der sehr langgestreckte Körper der Einzelthiere theilt sich in Thorax, Abdomen und Postabdomen ab. Das Herz liegt am hinteren Körperende. *Amaroecium* Edw., *A. proliferum* Edw., *Polyclinum* Sav.

4. Ordnung. **Ascidiae salpaeformes [2]), salpenähnliche Ascidien.**

Freischwimmende, an der Meeresoberfläche flottirende Colonien, von der Form eines fingerhutähnlich ausgehöhlten Tannenzapfens, mit zahlreichen senkrecht zur Längsachse gerichteten Einzelthieren in dem gemeinsamen gallertigknorpeligen Mantelgewebe. Die Einfuhrsöffnungen liegen in unregelmässigen

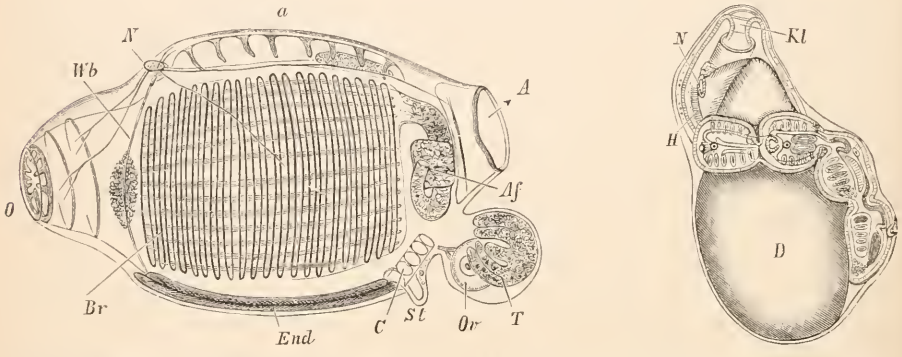
[1]) Ausser Savigny vergl. M. Edwards, Observations sur les Ascidies composées des côtes de la Manche. Mém. Acad. sc., Tom. XVIII. Paris, 1842. A. Giard, Recherches sur les Synascidies. Arch. de Zool. expérim., Tom. I. Paris, 1872. A. Kowalevski, Ueber die Knospung der Ascidien. Archiv für mikrosk. Anatomie, Taf. X, 1874. R. v. Drasche, Die Synascidien der Bucht von Rovigno. Wien, 1883.

[2]) Th. Huxley, Anatomy and development of Pyrosoma. Transact. Lin. Soc., 1860. W. Keferstein und Ehlers, Zoologische Beiträge. Leipzig, 1861. A. Kowalevski, Ueber die Entwicklungsgeschichte der Pyrosomen. Archiv für mikrosk. Anat., Tom. XI, 1875.

Kreisen an der äusseren Oberfläche, die Auswurfsöffnungen münden ihnen gegenüber in den als gemeinsame Kloake dienenden Hohlraum. Der Kiemensack ist weit und gegittert, wie bei den Ascidien. Darm und Ovarium liegen nucleusartig zusammengedrängt in einem rundlichen Höcker, daneben das Herz. Das Ovarium bringt nur ein Ei zur Reife, welches von einem langgestielten sackförmigen Follikel umgeben ist. Der Stiel bildet den Oviduct und öffnet sich in den Kloakenraum. Das Ganglion mit aufliegendem Auge. Durch dieses letztere, sowie durch die Lage der beiden Athemöffnungen und der Eingeweide, durch die Art der Fortpflanzung und die freie Locomotion nähern sich unsere Thiere den Salpen. (Fig. 702 *a*, *b*.)

Die Knospung erfolgt mittelst eines am hinteren Ende des Endostyls gelegenen Stolo, welcher Anlagen sämmtlicher wichtigen Organe enthält.

Fig. 702.



a Ein Individuum von *Pyrosoma*, nach Keferstein. *O* Mund, *A* Auswurfsöffnung, *Af* After, *Or* Ovarium, *T* Hoden, *N* Ganglion, *Br* Kiemensack, *End* Endostyl, *Wb* Wimperbogen, *C* Herz, *St* Stolo prolifer. — *b* *Cyathozooid* von *Pyrosoma*, nach Kowalevski. *H* Herz, *Kl* Kloake, *D* Dotter, im Umkreis die vier Ascidiozooids.

Neben der Knospung findet an demselben Individuum geschlechtliche Fortpflanzung statt.

Das Ei entwickelt sich innerhalb eines Ovarialsackes zu einem Embryo, welcher als verkümmertes ascidienähnliches Individuum (*Cyathozooid*) durch Sprossung mittelst Stolo eine Gruppe von vier Individuen (*Ascidiozooidien*) erzeugt, selbst aber zu Grunde geht. Die vier Ascidiozooidien bilden die erste Anlage der Colonie und pflanzen sich sowohl durch Knospung als geschlechtlich fort.

Die Pyrosomen führen ihren Namen von dem prachtvollen Licht, welches ihr Leib ausstrahlt. Nach Panceri sind es paarige, in der Nähe des Mundes gelegene Zellengruppen, von denen die Lichterscheinung ausgeht.

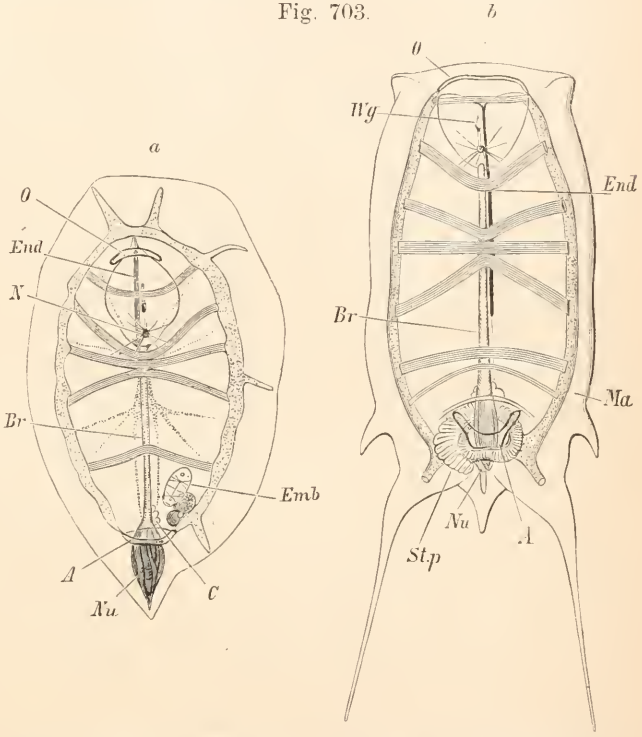
Fam. *Pyrosomidae*, Feuerwalzen. Die von Péron im Atlantischen Ocean entdeckten Thiere wurden anfänglich für solitär gehalten. *Pyrosoma* Pér., *P. atlanticum* Pér., *P. elegans* und *giganteum* Les. aus dem Mittelmeer.

II. Classe. Thaliacea[1]), Salpen.

Freischwimmende, glashelle Tunicaten von walzen- oder tonnenförmiger Körpergestalt, mit endständigen, einander gegenüberliegenden Mantelöffnungen und bandförmiger oder lamellöser, auf den Dorsaltheil des Pharyngealsackes beschränkter Kieme, mit knäuelartig zusammengedrängten Eingeweiden.

Die salpenähnlichen Tunicaten (Fig. 703 *a*, *b*) sind glashelle Walzen und Tönnchen von gallertig-knorpeliger Consistenz, die, entweder als solitäre Thiere oder zu Ketten (meist in Doppelreihen) vereinigt, unter rhythmisch wechselnder Verengerung und Erweiterung ihrer Athemhöhle an der Oberfläche des Meeres schwimmend dahintreiben. Die beiden Oeffnungen liegen einander gegenüber, der Mund (Einfuhrsöffnung) am vordern, die Auswurfsöffnung am hintern Körperende, der Rückenfläche genähert. Die erstere erweist sich in der Regel als eine breite, von beweglichen Lippen begrenzte Querspalte und führt in den weiten, aus Pharyngealraum und Kloake bestehenden Athemraum, in welchem sich schräg von der Rückenfläche nach unten und hinten die bandförmige oder lamellöse Kieme ausspannt. Bei *Doliolum* erscheint die Kieme als schräge Scheidewand, die von zwei seitlichen Reihen grosser Querschlitze durchbrochen

Fig. 703.



a Salpa mucronata, *b S. democratica*. *O* Mund, *A* Auswurfsöffnung, *N* Ganglion, *Br* Kieme, *End* Endostyl, *Wg* Wimpergrube, *Ma* Mantel, *Nu* Eingeweidenucleus, *C* Herz, *Emb* Embryo, *Stp* Stolo prolifer.

[1]) Vergl. Th. Huxley, Observations upon the anatomy and physiology of Salpa and Pyrosoma, together with remarks upon Doliolum and Appendicularia. Phil. Transact. London, 1851. R. Leuckart, Zoologische Untersuchungen, Heft II. Giessen, 1854. C. Gegenbaur, Ueber den Entwicklungscyklus von Doliolum nebst Bemerkungen über die Larven dieser Thiere. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. VII. C. Grobben, Doliolum und sein Generationswechsel etc. Arb. aus dem zool. Institute in Wien. Tom. IV, 1882. B. Ulianin, Die Arten der Gattung Doliolum etc. Leipzig, 1884.

wird, durch welche das Wasser aus dem Pharyngealraum in den Kloakenraum abfliesst. Bei *Salpa* sind die Querschlitze jederseits durch eine sehr grosse Kiemenspalte vertreten, so dass die Kiemenwand auf eine mediane bandförmige Leiste (dem Mitteltheile der Doliolumkieme entsprechend) reducirt ist. Im Pharyngealraum verlaufen die beiden Flimmerbögen, welche den Eingang der Athemhöhle umgrenzen, sowie an der Ventralseite der Endostyl, von welchem eine Flimmerrinne zum Oesophagus führt.

Der *Nahrungscanal* liegt, zu einem lebhaft gefärbten Knäuel (*Nucleus*) verpackt, an der untern und hintern Seite des Körpers, mit den übrigen Eingeweiden, dem Herzen und den Geschlechtsorganen zusammengedrängt, um welche sich der Mantel nicht selten zu einer kugeligen Auftreibung verdickt. *Nervensystem*, *Sinnes-* und *Bewegungsorgane* zeigen im Zusammenhange mit der freien Locomotion einen höheren Grad der Ausbildung als bei den Ascidien. Der Ganglienknoten mit seinen zahlreichen Nerven liegt oberhalb der Anheftungsstelle des Kiemenbandes und erreicht eine ansehnliche Grösse. Gewöhnlich (*Salpa*) erhebt sich auf dem Ganglion ein birnförmiger oder kugeliger Fortsatz mit hufeisenförmigem braunrothen Pigmentfleck und zahlreichen stäbchenförmigen Einlagerungen, welche die Auffassung dieses Gebildes als Auge wohl über allen Zweifel erheben. In anderen Fällen (*Doliolum*) liegt an der linken Körperseite eine durch einen langen Nerven mit dem Gehirn verbundene Gehörblase. Auch die mediane Flimmergrube findet sich in der Athemhöhle vor dem Gehirne. Eigenthümliche, wahrscheinlich zum Tasten dienende Sinnesorgane werden bei *Doliolum* in den Läppchen der beiden Mantelöffnungen, aber auch an anderen Stellen der äusseren Haut beobachtet, und zwar als Gruppen rundlicher Zellen, an welche Nerven herantreten.

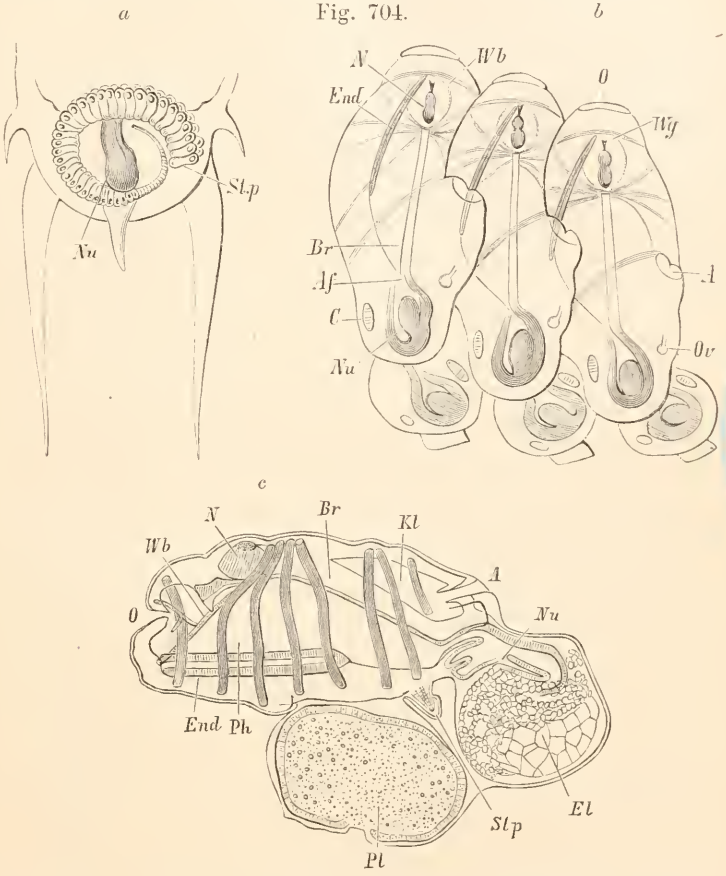
Die Locomotion wird durch breite, den Athemraum reifartig umspannende Muskelbänder bewirkt, welche diesen bei ihrer Zusammenziehung verengen. Indem hierbei ein Theil des Wassers aus der Auswurfsöffnung ausgestossen wird, schiesst der Körper in Folge des Rückstosses in entgegengesetzter Richtung fort.

Die Fortpflanzung der Salpen ist alternirend eine geschlechtliche und ungeschlechtliche; auf dem erstern Wege entstehen die solitären Salpen, auf dem letztern die Salpenketten. Die Individuen der Salpenkette sind die Geschlechtsthiere, welche keinen Stolo bilden; die solitären Salpen pflanzen sich nur ungeschlechtlich durch Knospung mittelst eines ventral gelegenen Stolo fort. Da beide Salpenformen, welche sowohl durch Grösse und Körpergestalt, als durch den Verlauf der Muskelbänder und anderweitige Differenzen der Kiemen und Eingeweide abweichen, in dem Lebenscyklus der Art gesetzmässig alterniren, so stellt sich die Entwicklung als ein Generationswechsel dar, der eine noch grössere Complication erlangen kann (*Doliolum*). Schon lange vor Steenstrup wurde dieser Wechsel von solitären Salpen und Kettengenerationen von dem Dichter Chamisso entdeckt.

Die Salpen der Kettenform sind Zwitter, deren beiderlei Geschlechtsorgane nicht gleichzeitig zur Anlage und Thätigkeit kommen. Schon früh-

zeitig, alsbald nach der Geburt, tritt die weibliche Geschlechtsreife ein, während sich die Hoden-Blindschläuche erst später ausbilden und noch später Samen erzeugen. Fast stets reduciren sich bei *Salpa* die weiblichen Theile auf eine vom Blut umspülte, ein einziges Ei einschliessende Kapsel, welche in einiger Entfernung vom Nucleus durch einen engen, stielförmigen Gang an der rechten Seite in den Athemraum ausmündet. (Fig. 704 *b*.) Nach der Befruch-

Fig. 704.



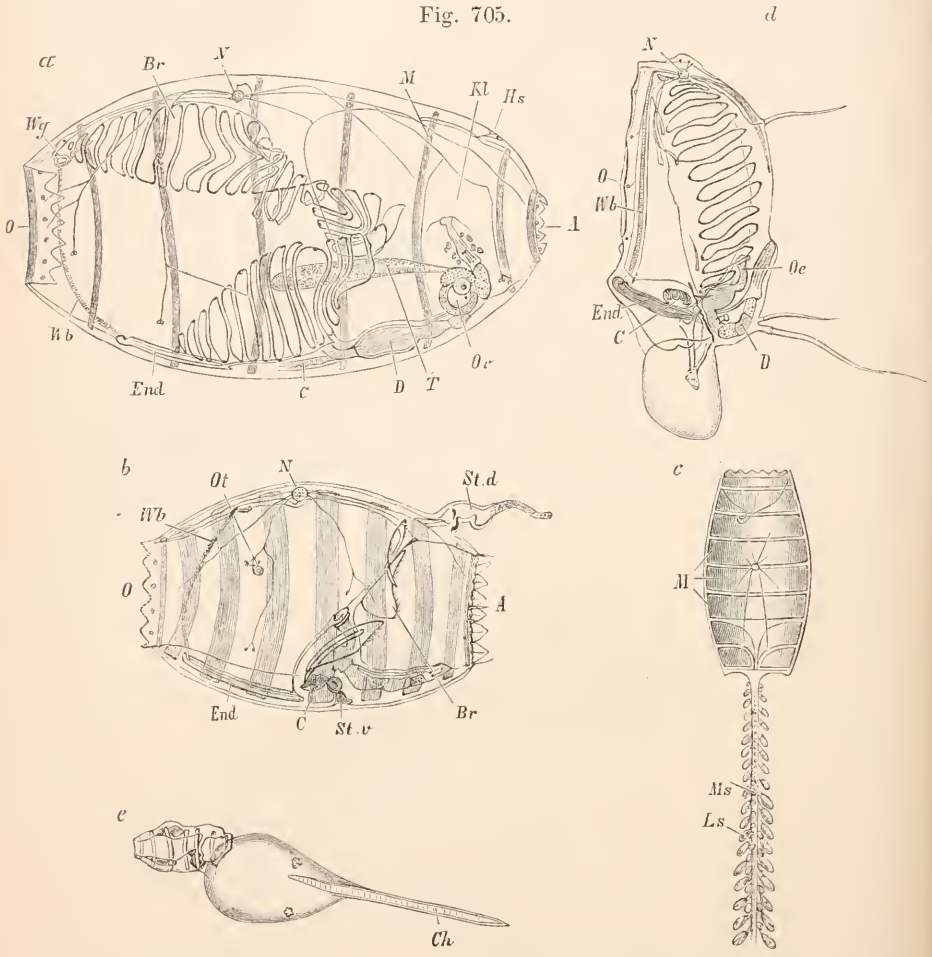
a Hinterende von *Salpa democratica*, von der Bauchseite gesehen. *Stp* Stolo prolifer, *Nu* Nucleus. — *b* Endstück des Stolo = junge Kette, stärker vergrössert. *O* Mund, *A* Auswurfsöffnung, *N* Nervencentrum (Ganglion), *Wg* Wimpergrube, *Wb* Wimperbogen, *End* Endostyl, *Af* After, *Br* Kieme, *Nu* Nucleus (Darm), *Ov* Ovarium, *C* Herz. — *c* Embryo von *Salpa democratica*, letzterer nach C. Grobben. *El* Elaeoblast, *Pl* Placenta, *Ph* Pharyngealhöhle, *Kl* Kloakenhöhle.

tung verkürzt sich der Stiel, das sich vergrössernde Ei nähert sich mehr und mehr der inneren Auskleidung der Athemhöhle und bildet mit seiner Umhüllung einen vorspringenden Zapfen, in welchem dasselbe, wie in einem Brutraum, die Embryonalentwicklung durchläuft[1]).

[1]) Ausser R. Leuckart l. c. vergl. Kowalevski, Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Tunicaten. Entwicklungsgeschichte der Salpen. Nachr. von der k. Ges. der Wissensch., Göttingen, Nr. 19. 1868. W. Salensky, Ueber die embryonale Entwicklungsgeschichte der Salpen. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XXVII, 1876. Derselbe,

Im Verlaufe der Entwicklung bildet sich zwischen Embryo und Mutter eine Placenta, welche für die Ernährung und das Wachsthum des Embryos von grosser Bedeutung ist. Mit der weiteren Ausbildung der Organanlagen, welche im Allgemeinen mit jener der Ascidien übereinstimmt, setzt sich die Placenta

Fig. 705.



Die Formen von *Doliolum denticulatum*. *a*, *b*, *d*, *e* nach C. Grobben, *c* nach Gegenbaur. *a* Geschlechtsthier. *O* Mund, *A* Auswurfsöffnung, *Kl* Kloakenraum, *N* Nervencentrum, *Hs* Hautsinnesorgan, *Wb* Wimperbogen, *Wg* Wimpergrube, *End* Endostyl, *Br* Kieme, *C* Herz, *D* Darm, *T* Hoden, *Ov* Ovarium, *M* Muskelreifen. — *b* Erste Ammengeneration. *Stv* Ventraler Stolo, *Std* dorsaler Stolo, *Ot* Gehörorgan. — *c* Dieselbe in einem älteren Stadium, mit ausgebildetem dorsalen Stolo und rückgebildeten Darm und Kieme (schwächer vergrössert). *Ms* Mediansprossen, *Ls* Lateralsprossen. — *d* Das aus der Lateralsprosse erzeugte Nährthier mit grossem Mund und ohne Kloake. *Oe* Oesophagus. — *e* Doliolumlarve mit Larvenschwanz. *Ch* Chorda (Urochord) derselben.

von dem Embryonalleib schärfer ab, an dessen Hinterende eine als Elaeoblast bekannte Bildung — das Aequivalent der Chorda — auftritt. (Fig. 704 *c*.) Erst

Ueber die Knospung der Salpen. Morph. Jahrb., Tom. III, 1877. Derselbe, Neue Untersuchungen über die embryonale Entwicklung der Salpen. Mittheil. der zool. Station in Neapel, Tom. IV, 1883. O. Seeliger, Die Knospung der Salpen. Jen. Zeitschr., Bd. XIX. 1885.

nach relativ langer Zeit werden die Embryonen als kleine, völlig entwickelte Salpen noch mit dem Ueberrest der Placenta und des Elaeoblastes geboren.

Die solitäre, geschlechtlich erzeugte Salpe wächst während des freien Lebens bedeutend weiter, bleibt aber stets geschlechtslos, wogegen sie durch Knospung an einem Stolo zahlreiche zu Ketten vereinigte Individuen hervorbringt. Dieser Stolo oder Keimstock ist ein die wichtigsten Organanlagen enthaltender Fortsatz, dessen Innenraum vom Blutstrom durchsetzt wird und an dessen Wandung die Knospen hervorwachsen. Bei *Salpa* liegt der Keimstock wie jener der Ascidien an der Bauchseite und tritt später in eine besondere äusserlich geöffnete Aushöhlung der Körperbedeckung ein. (Fig. 704 *a*.)

Bei der ausserordentlichen Productivität des Keimstockes trifft man stets mehrere Knospensätze verschiedenen Alters hintereinander an, welche sich successive als selbstständige Ketten lösen.

Weit complicirter gestaltet sich die Entwicklung bei *Doliolum*, nicht nur durch die Metamorphose, welche die aus den abgesetzten Eiern hervorgegangenen Jungen als geschwänzte, ascidienähnliche Larven durchlaufen, sondern durch das Auftreten einer zweiten Ammengeneration. (Fig. 705.) Es entstehen bei der aus dem Ei hervorgegangenen, vom Geschlechtsthiere differenten Ammengeneration an einem dorsalen Stolo *Mediansprossen* und *Lateralsprossen* (Gegenbaur), während der ventrale Salpenstolo (rosettenförmiges Organ) rudimentär wird. Nach Ulianin soll jedoch der letztere die Urknospen liefern, welche auf den nach ihm nur als Träger der Knospen aufzufassenden sogenannten dorsalen Stolo hinaufgelangen. Die Lateralsprossen sind pantoffelförmig gestaltet und entbehren des Kloakenraumes; sie pflanzen sich nicht fort, sondern besorgen die Ernährung der Amme, welche mit ihrem weiteren ansehnlichen Wachsthume Kieme und Darm verliert, dagegen die Muskulatur zu mächtiger Entwicklung bringt. Die Mediansprossen entwickeln sich zu Individuen, welche bis auf den Mangel der Geschlechtsorgane den Geschlechtsthieren gleichen, indess eine zweite Ammengeneration repräsentiren, welche sich ablöst und an einem bauchständigen Keimstock erst wiederum die Geschlechtsthiere erzeugt.

1. Ordnung. **Desmomyaria, Salpen.**

Walzenförmige, meist dorso-ventral abgeflachte Formen mit bandförmigen Muskelreifen und dickem Mantel. (Fig. 703.) Die vordere Oeffnung mit verschliessbarer, klappenartiger Lippe. Die Kieme erstreckt sich vom Ganglion bis zum Oesophaguseingang und ist in Folge der Entwicklung zweier grosser seitlicher Kiemenspalten auf ein medianes Band reducirt. Die Eingeweide sind am Ende der Bauchseite zu dem sogenannten Nucleus zusammengedrängt. Solitäre, mittelst Stolo sich fortpflanzende Generationen alterniren in regelmässigem Wechsel mit Geschlechtsthieren, den Individuen der aus den Knospen des Keimstockes hervorgegangenen Kettenform. Die weibliche Geschlechtsreife geht der männlichen Geschlechtsreife voraus. Das einzige Ei entwickelt sich

zu einem Embryo, welcher im Brutsack des Mutterthieres vermittelst eines Placentaorganes ernährt und als solitäre Salpe (Ammenform) lebendig geboren wird. (Fig. 704 *c*.)

Fam. *Salpidae*. *Salpa* Forsk., *S. pinnata* Forsk., *S. democratica* Forsk., *S. mucronata* Forsk. (Kettenform), Adria und Mittelmeer. *S. africana* Forsk., *S. maxima* Forsk. (Kettenform). Mittelmeer und Adria. *S. cordiformis* Quoy. Gaim., *S. zonaria* Pall. (Kettenform).

2. Ordnung. **Cyclomyaria.**

Von tonnenförmiger Körpergestalt, mit zartem Mantel. Mund- und Kloakenöffnung, von Läppchen umstellt. Muskeln ringförmig geschlossen. (Fig. 705.) Die Rückwand der Pharyngealhöhle ist eine von zahlreichen Spalten durchsetzte, schräg gestellte oder knieförmig gebogene und weit nach vorne ausgedehnte Kiemenlamelle. Der Darmcanal nicht nucleusartig zusammengedrängt. Das Ovarium enthält mehrere Eier. Der Hoden reift zu gleicher Zeit mit dem Ovarium. Die aus den Eiern ausschlüpfenden Jugendformen sind Larven mit Schwanz. Bei der ersten Amme liegt eine grosse Gehörblase an der linken Seite. Die Entwicklung erfolgt mittelst complicirten Generationswechsels.

Fam. *Doliodidae*. *D. denticulatum* Quoy., Gaim. Kieme knieförmig gebogen, mit circa 45 Spalten jederseits. (Fig. 705.) *D. Mülleri* Krohn. Kieme aufrecht, jederseits 10 bis 12 Spalten. Mittelmeer. *D. Ehrenbergii* Krohn.

Hier reiht sich die bisher nur in Stolonenbruchstücken bekannt gewordene *Anchinia* (*Doliopsis*) *rubra* [1]) C. Vogt an, deren Zooide rücksichtlich ihrer Anordnung lebhaft an die Medianknospen des dorsalen Stolo von Doliolum erinnern, jedoch im Gegensatze zu letzteren Geschlechtsorgane besitzen und der geringen Entwicklung ihrer Muskulatur wegen kaum zum freien Leben befähigt sind. Bislang nur in Villafranca bei Nizza gefunden.

IX. Thierkreis.

Vertebrata, Wirbelthiere [2]).

Bilateralthiere mit innerem Skelet (*Wirbelsäule*), *welches durch dorsale Ausläufer* (*obere Wirbelbogen*) *das Nervencentrum* (*Rückenmark und Gehirn*), *durch ventrale Ausläufer* (*Rippen*) *eine Höhle* (*Visceralhöhle*) *zur Auf-*

---

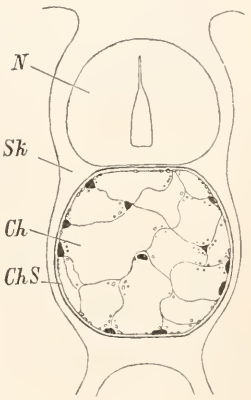
[1]) C. Vogt, Recherches sur les animaux inférieurs de la Méditerranée. II. Mém. A. Kowalevski et J. Barrois, Matériaux pour servir à l'histoire de l'Anchinie. Journ. de l'Anat. et Phys., 1883.

[2]) Ausser den Werken von Cuvier, F. Meckel und J. Müller vergl. R. Owen, On the Anatomy of Vertebrates, Vol. I. II. III. London, 1866—1868. C. Gegenbaur, Grundzüge der vergleichenden Anatomie. 2. Aufl. Leipzig, 1878. Th. H. Huxley, A Manual of the Anatomy of vertebrated animals. London, 1871. A. Kölliker, Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere. Leipzig, 1879.

nahme der vegetativen Organe umschliesst, mit höchstens zwei Extremitätenpaaren.

Schon Aristoteles fasste die Wirbelthiere als *blutführende Thiere* zusammen und hob den Besitz einer knorpeligen oder knöchernen Skeletsäule als gemeinsames Merkmal derselben hervor. Erst Lamarck erkannte in dem Vorhandensein der Wirbelsäule den wichtigsten Charakter und führte noch vor Cuvier den Namen der *Wirbelthiere* in die Wissenschaft ein. Indessen erscheint diese Bezeichnung streng genommen nur als Ausdruck für eine bestimmte Entwicklungsstufe des Skletes, welches in seiner ersten ungegliederten Anlage als Chorda persistiren kann (*Amphioxus*, *Myxine*). Die wichtigsten Eigenthümlichkeiten beruhen daher nicht auf dem Vorhandensein von inneren Wirbeln und der Wirbelsäule, sondern auf einer *Combination von Merkmalen, welche die allgemeinen Lagenverhältnisse, die gegenseitige Anordnung der Organe und die Art der Embryonalentwicklung* betreffen. Dem entsprechend würden wir unter Wirbelthieren seitlich symmetrische Organismen verstehen mit achsenständiger Skeletanlage, an deren Rückenseite das Nervencentrum gelagert ist, während ventralwärts der Darmcanal nebst Eingangs- und Ausfuhrsöffnung und die übrigen vegetativen Eingeweide, sowie an der Bauchseite des Darmrohres das Herz gelagert sind.

Fig. 706.

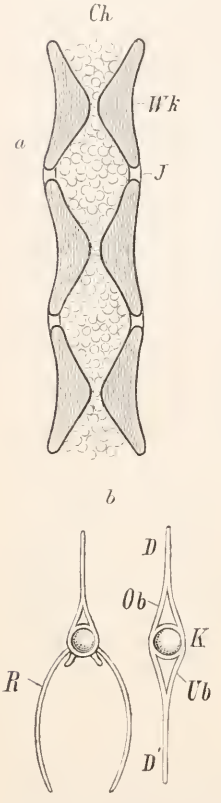


Querschnitt durch die Chorda dorsalis (*Ch*) der Unkenlarve, nach Goette. *ChS* Chordascheide, *Sk* skeletogene Schicht, *N* Rückenmark.

Das Vorhandensein eines inneren Skeletes ist als Charakter dieses Thierkreises von grosser Bedeutung. Während die stützenden Hartgebilde der Wirbellosen fast ausschliesslich durch die Erstarrung und Gliederung der äusseren Haut erzeugt werden, treffen wir hier das entgegengesetzte Verhältniss in der Lage der festen Theile zu den Weichtheilen an, indem die ersteren in der Achse des Leibes ihren Ursprung nehmen und Fortsätze nach der Rücken- und Bauchseite entsenden. Bei den einfachsten und niedersten Wirbelthieren bleibt das Achsenskelet ein elastischer Strang (*Chorda dorsalis*), welcher — dem Chordastrang der Tunicaten homolog (Chordonier) — bei allen höheren Formen im Embryonalleben wiederkehrt und die primitive Anlage der Wirbelsäule bildet. (Fig. 706.) Dieser Achsenstrang wird von einer structurlosen Scheide (cuticulare Chordascheide) und von dem skeletbildenden Gewebe umhüllt, dessen dorsale Ausläufer das als Medullarrohr angelegte Nervencentrum (Rückenmark und Gehirn) umwachsen, während die ventralen ein Gewölbe über den Blutgefässstämmen und Eingeweiden bilden. Von diesem skeletogenen, aus der Sklerotomwucherung der Urwirbel entstandenen Gewebe sondert sich vornehmlich bei den Vertebraten mit persistirender Chorda (Cyclostomen, Knorpelganoiden, Dipnoer) eine innere fibröse Schicht, welche dann die äussere oder bindegewebige Chordascheide darstellt und sich von dem

aufgelagerten skeletogenen Gewebe durch eine *Elastica externa* abgrenzt. Da wo das innere Skelet eine festere Beschaffenheit gewinnt, tritt an demselben ebenso wie an dem Hautpanzer der Gliederthiere eine Segmentirung ein. Diese Umgestaltung wird durch Veränderungen an dem skeletogenen Gewebe eingeleitet, indem die letztere knorpelige oder knöcherne Ringe erzeugt, welche die Anlagen der Wirbelkörper darstellen. Dieselben verdrängen die Chorda, und zwar um so vollständiger, je mehr sie sich zu der Gestalt biconcaver Knorpel- oder Knochenscheiben entwickeln, und treten mit schon früher gebildeten knorpeligen oder knöchernen Bogenstücken in der Umgebung der Rückenmarks- und Eingeweidehöhle zur Bildung eines Wirbels in Verbindung. (Fig. 707 *a*, *b*.) Derselbe besteht sonach aus einem mittleren Hauptstück, dem *Wirbelkörper*, häufig mit Resten der Chorda in seiner Achse, zwei oberen Bogenstücken (*Neurapophysen*) und zwei unteren Bogenstücken (*Haemapophysen*). Obere wie untere Bogenstücke werden durch unpaare Elemente, *Dornfortsätze*, geschlossen. Die Seitenfortsätze (*Pleurapophysen*), welche an verschiedenen Stellen, sowohl an den oberen Bögen, als an den Wirbelkörpern, auftreten, sind Ausläufer und Fortsätze, keineswegs aber selbstständige Gebilde. Dagegen treten als solche knorpelige oder knöcherne Seitenstäbe, die *Rippen*, hinzu, welche, entweder an die Haemapophysen (Fische) oder an die Pleurapophysen angeheftet, den die Eingeweide einschliessenden Theil der Leibeshöhle bogenförmig umgürten.

Fig. 707.



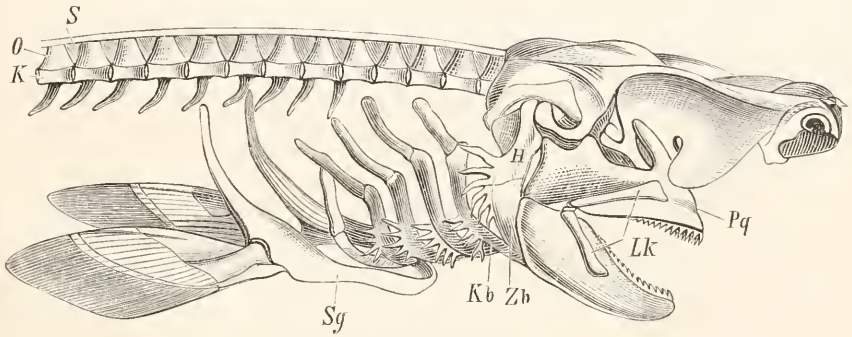
a Schema der Wirbelsäule eines Teleostiers mit intervertebralem Wachsthum der Chorda. *Ch* Chorda, *Wk* knöcherner Wirbelkörper, *J* häutiger intervertebraler Abschnitt. — *b* Fischwirbel. *K* Körper, *Ob* obere Bögen (Neurapophysen), *Ub* untere Bögen (Haemapophysen), *D* oberer Dornfortsatz, *D'* unterer Dornfortsatz, *R* Rippe.

Auf einer höheren Entwicklungsstufe weicht die ursprüngliche homonome Gliederung des Skeletes einer heteronomen Gliederung, welche zur Entstehung einer Anzahl von Regionen führt. Auch in dieser Hinsicht besteht eine Parallele zwischen Gliederthieren und Vertebraten.

Zunächst sondert sich überall ein vorderer Abschnitt als *Kopf* von dem nachfolgenden gleichmässig gegliederten *Rumpf* (Fig. 708), und zwar im innigen Zusammenhange mit der Ausbildung der vorderen Partie des Nervencentrums zum Gehirn und mit dem hier gelegenen Eingangsabschnitte des Darmcanals. Der dem oberen Bogensystem zugehörige Canal erweitert sich hier zur Schädelkapsel, an deren Ventralseite sich Knorpelbögen — Visceralapparat — anlegen, von denen die vorderen als Kiefer mit *Zähnen* bewaffnet sind und den Eingang in die Ernährungsorgane umschliessen. (Fig. 708.) Auf die Kieferbögen folgt noch eine Anzahl von Bögen, welche als Zungenbein- und Kiemenbögen den Schlund umlagern. Indem der hintere Abschnitt des Rumpfes nicht zur Begrenzung der

Leibeshöhle beiträgt, zerfällt der Rumpf zunächst in zwei Regionen, in den *Rumpf* im engeren Sinne mit rippentragenden Wirbeln zur Umgürtung der von dem Bauchfell (Peritoneum) ausgekleideten Leibeshöhle, und in den *Schwanz* mit canalartig geschlossenen Haemapophysen. Diese einfachste Gliederung des Rumpfes tritt bei den niederen Wirbelthieren auf, welche durch Biegungen und Schlängelungen vornehmlich der hinteren Region der Wirbelsäule die Propulsivkraft zur Fortbewegung ihres Leibes erzeugen und als Fische im Wasser leben. Bei den in der Erde oder auf dem Erdboden heimischen Landthieren ist auch die verlängerte Wirbelsäule in ihren Elementen überaus verschiebbar; doch ist dieses Verhalten auf eine secundäre, mit der Rückbildung beziehungsweise dem Ausfall der Gliedmassen verbundene Gestaltung zurückzuführen. Bei den höheren Wirbelthieren jedoch, bei welchen wie bei den Arthropoden die zur Locomotion des Körpers dienenden Leistungen auf Glied-

Fig. 708.

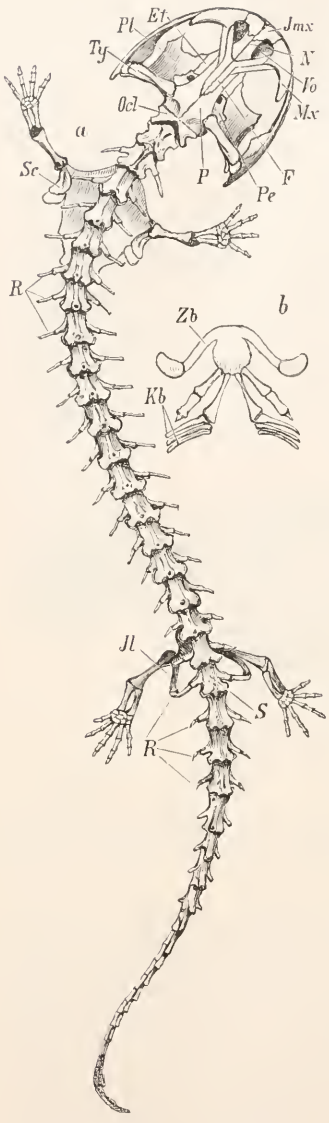


Kopf und vorderer Abschnitt der Wirbelsäule von *Acanthias*, nach R. Owen. *K* Wirbelkörper, *O* oberer Bogen, *S* Schaltstück (Intercalare), *Pq* Palatoquadratum, *Lk* Lippenknorpel, *H* Hyomandibulare, *Zb* Zungenbeinbogen, *Kb* Kiemenbogen, *Sg* Schultergürtel.

massen übertragen werden, erscheint mit deren Ausbildung die Bewegung der Hauptachse reducirt und an manchen Abschnitten sogar aufgehoben.

Die *Extremitäten* sind auf ein vorderes und hinteres Paar beschränkt. Bei den niederen Formen fungiren sie blos als Flossen oder als Nachschieber und üben neben der Wirbelsäule nur einen untergeordneten Einfluss auf die Locomotion aus. In solchen Fällen bleibt die Gliederung des Rumpfes noch überaus gleichartig. Erst da, wo die Art der Locomotion einen grösseren Kraftaufwand, sowie eine mächtigere Entfaltung der Extremitäten und eine festere Verbindung derselben mit dem Achsenskelet erfordert, gewinnen am Rumpfe verschiedene aufeinander folgende Wirbelcomplexe eine verschiedene Gestaltung und heben sich als besondere Regionen ab. Da die hintere Extremität die Hauptstütze des Leibes ist und vornehmlich die Propulsivkraft erzeugt, erscheint zunächst ihr Gürtel meist unbeweglich mit einem Abschnitte der Wirbelsäule verschmolzen, welcher sich durch die feste Verbindung seiner Wirbel auszeichnet. (Fig. 709.) Diese zwischen Rumpf und Schwanz gelegene Grenzregion, die *Sacralregion*, ist anfangs nur durch einen einzigen (Amphibien),

Fig. 709.



a Skelet von *Menopoma alleghaniense*. *Ocl* Occipitale laterale, *P* Parietale, *F* Frontale, *Ty* Tympanicum, *Pe* Petrosum, *Mx* Maxillare, *Jmx* Intermaxillare, *N* Nasale, *Vo* Vomer, *Et* Os en ceinture, *Pt* Pterygoideum, *Sc* Schultergürtel, *Jl* Beckengürtel, *S* Sacralwirbel, *R* Rippen. — *b* Zungenbeinbogen (*Zb*) und Kiemenbogen (*Kb*) desselben.

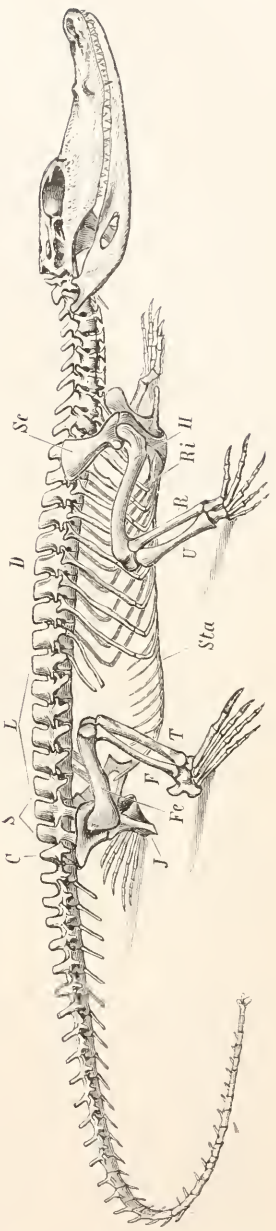
dann durch zwei (Reptilien) (Fig. 710) und bei den höheren Vertebraten durch eine grössere Zahl von Wirbeln gebildet, deren Querfortsätze besonders mächtig werden und sich mittelst der zugehörigen Rippenanlagen mit dem Hüftbein des Extremitätengürtels fest verbinden. Mit der Entwicklung der vorderen Extremität und dem Bedürfniss einer Verbindung derselben mit dem Rumpf tritt auch am vorderen Abschnitte eine festere Region auf, deren Rippen nicht nur durch besondere Länge, sondern durch den medianen Anschluss an ein in der Medianlinie der Ventralseite auftretendes System von Knorpel- oder Knochenstücken (Brustbein, *Sternum*) ausgezeichnet sind (Brustkorb, *Thorax*). So bleibt zwischen Thorax und Kopf einerseits und Thorax und Sacrum andererseits eine beweglichere Region eingeschoben. Der die Brust mit dem Kopfe verbindende Abschnitt, der *Hals*, besitzt meist eine grosse Verschiebbarkeit seiner Wirbel, an denen noch Rippenreste erhalten bleiben, während die hinter der Brust folgende *Lendenregion*, durch die Grösse ihrer Querfortsätze, zugleich aber auch durch eine grössere Beweglichkeit ihrer Wirbel ausgezeichnet, der Rippen gewöhnlich entbehrt. Demnach gliedert sich der Rumpf der höheren Wirbelthiere in *Hals-*, *Brust-* (*Rücken-*), *Lenden-* und *Sacralregion*, auf welche der *Schwanz*abschnitt folgt. (Fig. 710.)

Die Extremitäten zeigen zwar nach Gestalt und Leistung äusserst wechselnde Verhältnisse, indem sie als *Beine* den Leib der Landthiere tragen oder als *Flügel* den Luftthieren zum Fluge, als *Flossen* den Wasserthieren zum Schwimmen dienen; gleichwohl sind überall dieselben Haupttheile nachweisbar, deren Abänderung, Verkümmerung oder Ausfall die Unterschiede bedingt. Ebenso aber wie Bein, Flügel und Flosse homologe Organe sind, erscheinen vordere und hintere Gliedmassenpaare als Wiederholungen derselben Einrichtungen. An beiden unterscheidet man den *Gürtel* zur Verbindung mit der Wirbelsäule, die aus langen Röhrenknochen zusammengesetzte *Extremitätensäule* und den terminalen Abschnitt, die

Extremitätenspitze. Der Gürtel des vorderen Gliedmassenpaares, der Schultergürtel, besteht aus drei Stücken, dem dorsalen Schulterblatt (*Scapula*) und zwei ventralen hintereinander gelegenen Bogenstücken, dem *Procoracoid* (mit der *Clavicula*) und dem *Coracoid*. Dem Schultergürtel entspricht der Beckengürtel des hinteren Gliedmassenpaares, ebenfalls mit drei Elementen, dem Darmbein (*Os ileum*), welches die Verbindung mit dem Kreuzbein herstellt, dem Schambein (*Os pubis*) und dem Sitzbein (*Os ischii*), welche beide den ventralen Schluss vermitteln. Die Extremitätensäule wird in der Regel durch lange Röhrenknochen gebildet und setzt sich aus zwei Abschnitten zusammen, aus dem Oberarm (*Humerus*), dem Oberschenkel (*Femur*) und dem Unterarm und Unterschenkel, welche aus zwei nebeneinander liegenden Röhrenknochen bestehen (*Radius* und *Ulna, Tibia* und *Fibula*). Der terminale Abschnitt der Extremität, welcher sich durch eine grössere Zahl von meist fünf der Länge nach nebeneinander liegenden Elementen auszeichnet, die Hand, beziehungsweise Fuss, besteht aus zwei Reihen von Wurzelknochen, Handwurzel (*Carpus*), Fusswurzel (*Tarsus*), sodann aus der Mittelhand (*Metacarpus*), beziehungsweise Mittelfuss (*Metatarsus*), und endlich aus den in *Phalangen* gegliederten Fingern und Zehen.

Rücksichtlich ihres Ursprunges sind die Extremitäten nach Thacher, Mivart und Balfour auf Ueberreste ursprünglich continuirlicher Seitenflossen zurückzuführen, nach Gegenbaur hingegen mit den Visceralbögen in Beziehung zu bringen und als aus dem Verbande der vorausgehenden hervorgetretene Kiemenbögen zu betrachten. Für die Zurückführung des Extremitätenskeletes selbst verwendet Gegenbaur als Ausgangspunkt das Flossenskelet von *Ceratodus* und der Crossopterygier, welches aus einem gegliederten Stamme besteht, der mit zwei Reihen von gegliederten Radien besetzt ist (*Archipterygium*). Von diesem aus ist durch Modification das Flossenskelet der Selachier abzuleiten. Indem sich hier die laterale Radienreihe besonders mächtig entfaltet und einige stärker entwickelte Radien an den Stamm anschliessend sich direct dem Schultergürtel anfügen, zerfällt das Flossenskelet in

Fig. 710.



Crocodilskelet. *D* Dorsalregion, *L* Lumbalregion, *S* Sacralregion, *Ri* Rippen, *Sc* Scapula, *H* Humerus, *R* Radius, *U* Ulna, *Sta* Sternum abdominale *Fe* Femur, *T* Tibia, *F* Fibula, *J* Os ischii, *C* Caudalwirbel.

drei Abschnitte: Pro-, Meso- und Metapterygium. Das Extremitätenskelet der höheren Wirbelthiere ist hingegen bei Wegfall des Pro- und Mesopterygiums durch Rückbildung bestimmter Abschnitte des Metapterygiums bei transversaler Umgliederung der sich einseitig am Stamme erhaltenden Radienglieder abzuleiten, aus welcher eine neue Anordnung der Gliedstücke zu quer verlaufenden Abschnitten hervorgeht.

Der *Schädel* zeigt im Anschlusse an das besondere Verhalten der Wirbelsäule zahlreiche in allmäliger Entwicklung sich erhebende Gestaltungsformen. Im Allgemeinen tritt da, wo die Wirbelsäule eine häutig-knorpelige Beschaffenheit besitzt, ebenfalls eine continuirliche häutig-knorpelige Schädelkapsel auf, mit welcher im Wesentlichen die embryonale Schädelanlage (*Primordialcranium*) der höheren Wirbelthiere übereinstimmt. (Fig. 708.) Aus derselben entwickelt sich [1]) der *knöcherne Schädel* theils durch Ossificationen in der Knorpelkapsel, beziehungsweise durch eine vom Perichondrium ausgehende Verknöcherung, theils durch Auflagerung von Hautknochen, welche die knorpeligen Theile mehr und mehr verdrängen. Erst in der knöchernen Schädelkapsel prägt sich eine den Wirbelstücken analoge Anordnung der festen Theile aus, aus welcher die Zusammensetzung des Schädels aus drei oder vier Wirbeln abgeleitet wurde. Jedes der Segmente sollte, den Wirbeltheorien von (P. Frank) Goethe und Oken gemäss, aus einem dem Wirbelkörper entsprechenden Basalglied, zwei oberen Bogenstücken und einem Schlussstück (Dornfortsatz) bestehen. (Fig. 711.) In der hinteren Schädelregion würden dieser Lehre nach das Hinterhauptbein (*Occipitale basale*) dem Wirbelkörper, die beiden seitlichen Hinterhauptsknochen (*O. lateralia*) dem obern Wirbelbogen und die Hinterhauptsschuppe (*O. superius*) dem oberen Schlussstück entsprechen. Die Knochen der mittleren oder parietalen Schädelgegend sind von dem hinteren Keilbeinkörper (*Basisphenoideum*) und den hinteren Flügeln (*Alisphenoideum*) gebildet, zu denen die Scheitelbeine (*Parietalia*) als Auflagerungsknochen das Schlussstück bilden. Die der vorderen oder Orbitalregion würden von dem vorderen Keilbeinkörper (*Praesphenoideum*), den vorderen Flügeln (*Orbitosphenoideum*) und den Stirnbeinen (*Frontalia*) als aufgelagerten Schlussstücken gebildet. Als Basalstück eines vierten oder vordersten Schädelwirbels betrachtete man das Siebbein (*Ethmoideum*), zu welchem die Nasenbeine (*Nasalia*) als obere, der *Vomer* als unterer Deckknochen hinzukommen. Ausserdem schieben sich noch verschiedene knöcherne Schaltstücke, das zwischen Hinterhaupt und Keilbein gelegene Zitzenbein (*Mastoideum*) und Felsenbein (*Petrosum*) ein, zu denen als Hautknochen noch das *Tympanicum*, *Squamosum* und *Lacrymale* hinzukommen.

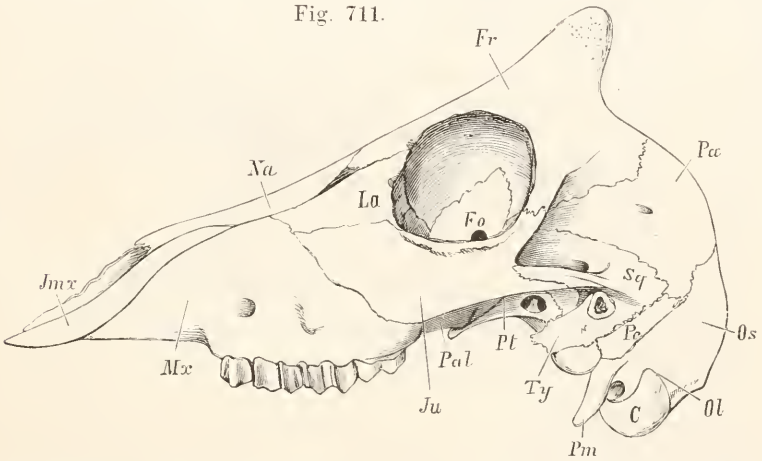
In neuerer Zeit wurden jedoch zuerst von Huxley und Gegenbaur gegen diese Wirbeltheorie wesentliche Einwürfe erhoben, welche das Fundament derselben erschüttert haben. Nach Gegenbaur würde eine viel grössere

[1]) Vergl. besonders Reichert und Kölliker, Huxley, Parker etc.

(mindestens neun), den primären Visceralbögen entsprechende Zahl von Wirbelsegmenten in die Bildung des Schädels mit eingegangen sein (vertebraler Theil des Schädels), während die vordere Schädelregion eine Beziehung zu Wirbeln nicht aufweist (avertebraler Theil). Nach den in jüngster Zeit gewonnenen Erfahrungen kann jedoch als zweifellos gelten, dass an der Bildung des Schädels überhaupt keine Wirbel betheiligt waren, da die an der Kopfbildung betheiligten Urwirbelanlagen den Wirbeln vorausgehende Metameren des Mesoderms darstellen.

Die übrigen festen Elemente, welche sich dem Schädel mehr oder minder innig anfügen, umschliessen als eine Anzahl hintereinander liegender, zusammengesetzter Bögen den Eingang in die Visceralhöhle. Von diesen werden die vorderen als *Kiefer-Gaumenapparat* zur Herstellung des Gesichtes verwendet. Der Kiefer-Gaumenapparat besteht in seiner einfachsten Form aus zwei beweglichen Bogenstücken (*Palato-quadratum* und *Unterkiefer*), welche

Fig. 711.

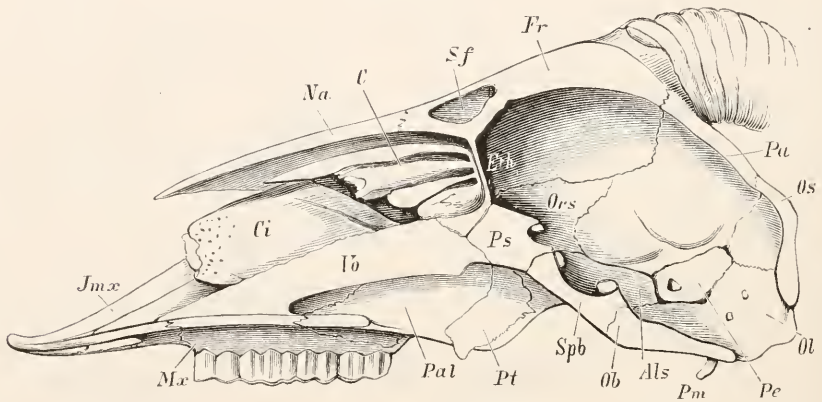


Schädel einer Ziege in seitlicher Ansicht. *Ol* Occipitale laterale, *C* Condylus, *Pm* Processus paramastoideus, *Os* Occipitale superius, *Sq* Squamosum, *Ty* Tympanicum, *Pe* Petrosum, *Pa* Parietale, *Fr* Frontale, *La* Lacrymale, *Na* Nasale, *Fo* Foramen opticum, *Mx* Maxillare, *Jmx* Intermaxillare, *Ju* Jugale, *Pal* Palatinum *Pt* Pterygoideum.

durch einen Kieferstiel (*Hyomandibulare*), dem oberen Abschnitt des zweiten Bogens, an der Schläfengegend befestigt sind. (Fig. 708.) Das *Palato-quadratum* tritt mit dem Schädel in eine innigere Verbindung, legt sich in seiner ganzen Ausdehnung dem Schädel mehr oder minder fest an und gliedert sich im Falle der Ossificirung jederseits in eine äussere und innere Reihe von Stücken, die erstere im Jochbein (*Jugale*), Oberkiefer (*Maxillare*) und Zwischenkiefer (*Intermaxillare*), die letztere im *Quadratum* zur Einlenkung des Unterkiefers, Flügelbeine (*Pterygoidea*) und Gaumenbein (*Palatinum*). (Fig. 712.) Diese Knochenreihen stellen den *Oberkiefer-Gaumenapparat* her und bilden die obere Decke der Mundhöhle. Auch der untere ursprüngliche einfache Knorpelbogen, der Unterkiefer (*Mandibula*), wird jederseits durch eine Anzahl Knochen verdrängt (*Articulare*, *Angulare* und *Dentale* etc.), von denen das meist zahntragende Dentale den grössten Umfang gewinnt.

Die hinter dem Kieferbogen folgenden, ebenfalls am Schädel befestigten Visceralbögen entwickeln sich in der Wandung des Schlundes und verhalten sich zu der Rachenhöhle ähnlich wie die Rippen zu der Thoracalhöhle. (Fig. 710.) Der vorderste Bogen, dessen oberes Stück bei niederen Wirbelthieren als Kiefersuspensorium (*Hyomandibulare*) Verwendung findet, bildet ein Suspensorium für die Zunge (Zungenbeinbogen) und schliesst sich durch ein unteres medianes Knochenstück (*Os linguale*). Auf dieses folgen noch eine Reihe von unpaaren Knochen als mediane Verbindungsstücke (*copulae*) der nachfolgenden Bögen (Kiemenbögen), welche bei den im Wasser lebenden Wirbelthieren am meisten entwickelt auftreten und, durch Spalten des Schlundes gesondert, als Träger der Kiemen dienen, bei den luftathmenden Vertebraten aber mehr und mehr verkümmern und zuletzt nur noch als embryonale

Fig. 712.



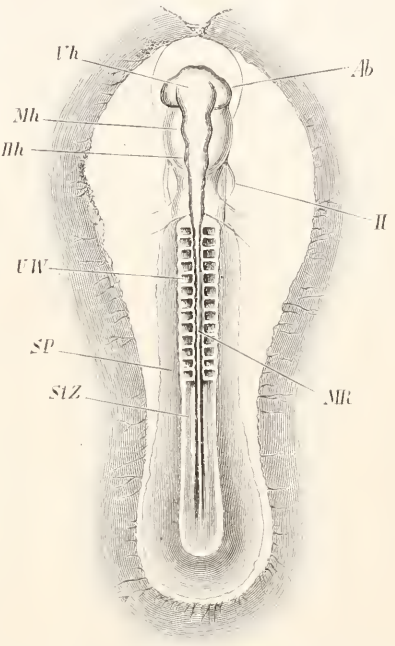
Schöpsenschädel, median durchsägt, von innen gesehen. *Ob* Occipitale basale, *Ol* O. laterale, *Os* O. superius, *Pe* Petrosum, *Sph* Sphenoidale basale, *Ps* Praesphenoideum, *Als* Alisphenoideum, *Ors* Orbitosphenoideum, *Pa* Parietale, *Fr* Frontale, *Sf* Sinus frontalis, *Eth* Ethmoideum, *Na* Nasale, *C* Conchae, *Ci* Concha inferior (Os turbinatum), *Pt* Pterygoideum, *Pal* Palatinum, *Vo* Vomer, *Mx* Maxillare, *Jmx* Intermaxillare, *Pm* Processus paramastoideus.

Anlagen in unvollständiger Zahl nachweisbar bleiben. Den Ueberrest des ganzen Apparates bildet das Zungenbein mit seinen beiden Hörnern.

Die äussere Haut der Wirbelthiere sondert sich in zwei scharf geschiedene Schichten, in die Oberhaut oder *Epidermis* und in die Unterhaut oder *Cutis*. Die letztere hat zur Grundlage fibrilläres Bindegewebe, mit welchem Muskelelemente in Verbindung treten, ohne dass jedoch diese wie bei den Gliederthieren einen vollkommenen Hautmuskelschlauch bilden. Wo sich Hautmuskeln in bedeutender Ausdehnung entwickeln, dienen dieselben ausschliesslich zur Bewegung der Haut und ihrer mannigfachen Anhänge, aber nicht zur Bewegung des Rumpfes, welche durch ein hoch entwickeltes Muskelsystem in der Umgebung des Skeletes bewirkt wird. Die Cutis setzt sich in eine tiefere, mehr oder minder lockere Schicht, das Unterhautbindegewebe, fort und ist nicht nur Träger von mannigfachen Pigmenten, sondern auch von Nerven und Blutgefässen. An ihrer oberen Fläche bildet die Cutis kleine konische Erhebungen

oder Papillen, welche, von der Epidermis überkleidet, nicht nur für besondere Sinnesempfindungen (*Tastorgane*), sondern auch zur Erzeugung verschiedener Hartgebilde (Schuppen, Zähne) von Bedeutung erscheinen. Die Epidermis ist eine mehrfach geschichtete Zellenlage, deren obere ältere Schichten abgestossen werden, während die unteren Schichten (*Stratum Malpighii*) als Matrix zum Ersatz der oberen in lebhafter Wucherung begriffen und zuweilen Träger der Hauptpigmente sind. Die mannigfachen Anhänge der Haut verdanken ihren Ursprung theils als Epidermoidalgebilde besonderen Wachsthumsvorgängen der Oberhaut (Haare und Federn), theils führen sie auf Ossificationen der Unterhautpapillen zurück, welche zuweilen sogar einen festen Hautpanzer entstehen lassen (Schuppen der Fische, Reptilien; Hautpanzer der Gürtelthiere, Schildkröten).

Fig. 713.

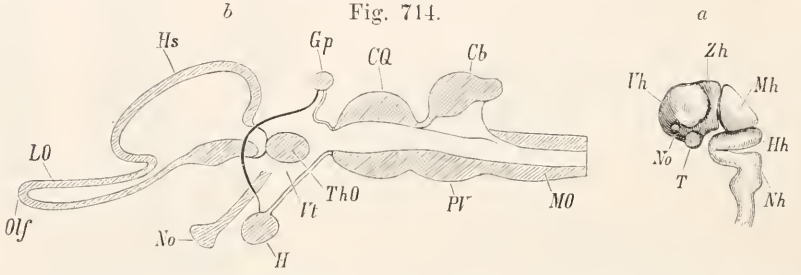


Embryo des Huhnes vom Ende des zweiten Tages, nach Kölliker. *Vh* Vorderhirn, *Mh* Mittelhirn, *Hh* Hinterhirn, *Ab* Augenblasen, *MR* Medullarrohr, *UW* Urwirbel, *StZ* Urwirbelplatten des Mesoderms (Stammzone), *Sp* Seitenplatten des Mesoderms (Parietalzone), *H* Herz.

Das Nervencentrum hat seine Lage in der von den oberen Wirbelbogen gebildeten Rückenhöhle und lässt sich auf einen Strang (*Rückenmark*) zurückführen, dessen vorderer vergrösserter und weiter differenzirter Abschnitt als *Gehirn* unterschieden wird. Das Innere dieses Stranges wird von einem engen *Centralcanal* durchsetzt, welcher sich in Hohlräume des Gehirns, *Hirnhöhlen*, fortsetzt. Hirn und Rückenmark sind also Abschnitte desselben Organes. Das Gehirn erscheint als Träger der geistigen Fähigkeiten und als Centralorgan der Sinneswerkzeuge, während das Rückenmark die vom Gehirn übertragenen Reize fortleitet und insbesondere die Reflexbewegungen vermittelt, indessen auch Centralheerde gewisser Erregungen enthält. Die Masse des Gehirns und des Rückenmarks nimmt mit der höheren Lebensstufe fortschreitend zu, doch in ungleichem Verhältnisse, indem das Gehirn sehr bald das Rückenmark überwiegt. Die niederen Wirbelthiere besitzen ein relativ kleines Gehirn, dessen Masse von der des Rückenmarks bedeutend übertroffen wird, die Warmblüter dagegen zeigen das umgekehrte Verhältniss um so entschiedener ausgeprägt, je höher sich ihre Organisations- und Lebensstufe erhebt. Aus dem Rückenmarke entspringen paarige Nerven in der Weise, dass zwischen je zwei Wirbeln ein Nervenpaar (*Spinalnerven*), mit einer oberen sensibeln und unteren motorischen Wurzel, hervortritt, so dass sich im Allgemeinen eine der Wirbelsäule entsprechende Gliederung hier wiederholt.

Am Gehirne erleidet die Anordnung der Spinalnerven mehrfache Complicationen, welche noch durch den Ursprung von zwei Sinnesnerven, des Olfactorius und Opticus, gesteigert werden. So verschieden sich Form und Bildung des Gehirns darstellt, so lassen sich doch genetisch überall drei Blasen (Fig. 713) als Hauptabschnitte unterscheiden. Die vordere Blase entspricht dem grossen Gehirn (Hemisphären und Sehhügel), die mittlere (Mittelhirn) der Vierhügelmasse (*Corpora quadrigemina*), die hintere (Hinterhirn) dem kleinen Gehirn mit dem verlängerten Marke. Die vordere Blase zerfällt aber wieder in zwei Abtheilungen, in eine obere, median gespaltene Ausstülpung, welche die *Hemisphären* mit den Seitenventrikeln bildet, und eine hintere unpaare Region, das sogenannte Zwischenhirn mit den Sehhügeln (*Thalami optici*) und der Umgebung des dritten Ventrikels. (Fig. 714.) Ebenso sondert sich die dritte Hirnblase in zwei Theile, eine vordere kürzere, das kleine Gehirn (*Cerebellum*), und eine hintere längere, das Nachhirn oder das verlängerte Mark (*Medulla*

Fig. 714.



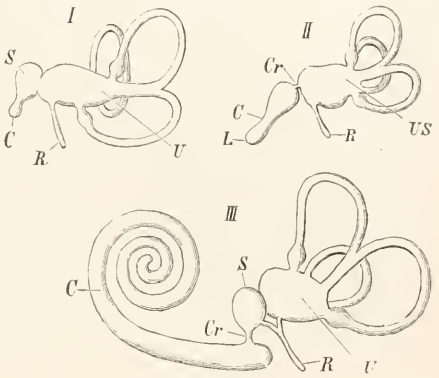
a Gehirn und oberer Theil des Rückenmarkes eines menschlichen Embryo von der Seite gesehen, nach Kölliker. *Vh* Vorderhirn, *Zh* Zwischenhirn, *Mh* Mittelhirn, *Hh* Hinterhirn, *Nh* Nachhirn, *T* vorderes unteres Ende des Zwischenhirns, *NO* Sehnerv. — *b* Schematischer Längsschnitt durch ein Vertebratenhirn, nach Huxley. *Hs* Hemisphären, *LO* Riechlappen (Lobus olfactorius), *Olf* Riechnerv (Olfactorius), *ThO* Thalamus opticus, *Vt* dritter Ventrikel, *No* Sehnerv, *H* Hirnanhang (Hypophysis), *Gp* Zirbeldrüse (Glandula pinealis), *CQ* Corpora quadrigemina, *Cb* Cerebellum, *MO* Medulla oblongata, *PV* Pons Varolii.

oblongata). Im Stadium höchster Differenzirung unterscheidet man zwölf Hirnnerven, ausser dem *Olfactorius* und *Opticus:* den *Oculomotorius*, *Trochlearis*, *Trigeminus*, *Abducens*, *Facialis*, *Acusticus*, *Glossopharyngeus*, *Vagus*, *Accessorius Willisii* und *Hypoglossus*.

Die Sinnesorgane schliessen sich nach ihrer Lage in folgender Reihenfolge an. Zuerst das *Geruchsorgan* als eine meist paarige, ausnahmsweise (*Cyclostomen*) unpaare Grube, deren Nerv dem Vorderhirn entspringt und an seinem Ursprunge oft in Form besonderer Lappen (*Lobi olfactorii*) anschwillt. Bei den durch Kiemen athmenden Wasserbewohnern ist die Nasenhöhle mit seltenen Ausnahmen (*Myxine*) ein geschlossener Sack, bei allen durch Lungen respirirenden Wirbelthieren dagegen öffnet sich dieselbe durch die Nasengänge in die Mundhöhle und dient zugleich zur Ein- und Ausleitung des Luftstromes in die Lungen. Es folgen sodann als zweites Hauptsinnesorgan die Augen, welche ihre Nerven vom Zwischenhirn und Mittelhirn erhalten. Ueberall treten dieselben paarig auf (vergl. über den Bau des Auges, pag. 85), nur bei *Amphioxus* werden sie durch einen unpaaren, dem vorderen Ende des Nervencentrums

aufsitzenden Pigmentfleck vertreten. Das Gehörorgan [1]), welches durch den Ursprung seines (auf die sensible Wurzel eines spinalartigen Hirnnerven zurückführbaren) Nerven dem Nachhirne angehört, wird bei *Amphioxus* ganz vermisst. Dasselbe erscheint in seiner einfachsten Form als ein häutiges, mit Flüssigkeit und Otolithen gefülltes Säckchen (*häutiges Labyrinth*), dessen hinteres Segment gewöhnlich in drei halbkreisförmige Canäle ausläuft, während der vordere, als *Sacculus* zur Sonderung gelangte Theil durch Ausstülpung die Schnecke erzeugt. (Fig. 715.) Das Gehörorgan entsteht während des Embryonallebens als grubenförmige Einsenkung, welche in die Tiefe rückt und sich als Blase von der Haut ablöst. Die ursprüngliche, sich lang ausziehende Verbindung mit der Haut bleibt nur bei Selachiern nach aussen offen, ist dagegen bei den übrigen Vertebraten geschlossen und stellt den *Recessus labyrinthi* (*Aquaeductus vestibuli* der Säuger) dar. Zu diesem Sinnesapparate des Gehörorgans treten noch weitere Einrichtungen als Hilfsorgane (Paukenhöhle mit Gehörknöchelchen). Der Geschmack, dessen Sitz am Gaumen und an der Zungenwurzel zu suchen ist, wird durch die Ausbreitung eines spinalartigen Gehirnnerven (*Glossopharyngeus*) an eigenthümlich modificirten Gruppen von Epithelzellen (Geschmacksknospen) vermittelt, wie sich auch das über die Körperoberfläche ausgebreitete Gefühl und die Tastempfindung an die Endigung sensibler Fasern von Spinalnerven knüpft. Ausser dem cerebrospinalen Nervensystem unterscheidet man (mit Ausnahme von *Amphioxus* und der *Cyclostomen*) ein besonderes Eingeweidenervensystem (*Sympathicus*). Dasselbe wird von besonderen Zweigen der Spinalnerven und Spinalnerven-artigen Hirnnerven gebildet, welche besondere Ganglien durchsetzen und Nervengeflechte für die Eingeweide abgeben. (Fig. 99.)

Fig. 715.



Schematische Darstellung des Gehörlabyrinthes, nach Waldeyer. *I* des Fisches, *II* des Vogels, *III* des Säugethieres. *U* Utriculus mit den drei Bogengängen, *S* Sacculus, *US* Alveus communis (Utriculus und Sacculus), *C* Cochlea (Schnecke), *L* Lagena, *Cr* Canalis reuniens, *R* Recessus Labyrinthi (Aquaeductus vestibuli).

In der geräumigen, unterhalb der Skeletachse sich ausbreitenden Leibeshöhle liegen die Organe der Ernährung, Circulation und Fortpflanzung. Der *Verdauungscanal* stellt sich als ein mehr oder minder langgestrecktes Rohr dar, welches, unterhalb des Schädels, von Visceralbögen umgürtet, mit der Mundöffnung beginnt und in verschiedener Entfernung vom hinteren Körperpole (je nach der Länge des Schwanztheiles der Wirbelsäule) ebenfalls bauchständig durch den After nach aussen mündet. Der Darm wird im grössten Theile seines Verlaufes von einer Duplicatur des die Leibeshöhle auskleidenden

[1]) G. Retzius, Das Gehörorgan der Wirbelthiere. 2 Theile. Stockholm, 1881—1884.

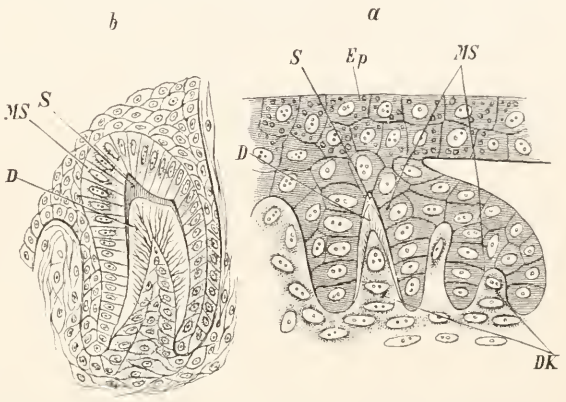
Peritoneums überzogen und mittelst der eng aneinander liegenden Lamellen desselben, des Mesenteriums, an die untere Fläche des Rückgrates befestigt. In der Regel übertrifft der Darmcanal die Länge vom Mund zum After sehr bedeutend und bildet daher im Leibesraume mehr oder minder zahlreiche Windungen. Fast überall gliedert sich der Verdauungscanal in die drei Abschnitte: Speiseröhre nebst Magen, Dünndarm mit der Leber und dem Pankreas, und Afterdarm. Die Speiseröhre beginnt durchweg mit einer Mundhöhle, an deren Boden sich meist ein muskulöser Wulst, die Zunge, erhebt. Sieht man dieses nervenreiche Organ auch im Allgemeinen mit Recht als Geschmacksorgan an, so dient dasselbe doch noch zu besonderen Leistungen bei der Nahrungsaufnahme und kann zuweilen sogar die erstere Bedeutung vollkommen verlieren. Die Mundhöhle wird, von *Amphioxus* und den *Cyclostomen* abgesehen, von dem als Oberkiefer-Gaumenapparat und Unterkiefer bekannten Skeletbogen umschlossen, von denen der Unterkiefer stets kräftige Bewegungen gestattet, während die Theile des Oberkiefer-Gaumenapparates entweder mehr oder minder fest untereinander und mit den Schädelknochen verbunden sind, oder auch an diesen verschoben werden können. Beide Kiefer wirken im Gegensatze zu den Kiefern der Arthropoden von oben nach unten gegen einander. Gewöhnlich sind dieselben mit Zähnen bewaffnet, welche als von Epidermoidalgebilden (Schmelz) überkleidete, verknöcherte Papillen (Dentin) der Mundschleimhaut (Fig. 716) entweder mit den Kieferknochen direct verwachsen oder in besonderen Alveolen der Kiefer wurzeln. Während dieselben bei den höheren Wirbelthieren auf Ober- und Unterkiefer beschränkt sind, können sie bei den niederen Wirbelthieren an allen die Mundhöhle begrenzenden Knochen auftreten. Nicht selten aber fallen die Zähne vollkommen hinweg. Bei den Vögeln und Schildkröten werden sie durch eine hornige Umkleidung der scharfen Kieferränder (Schnabel) ersetzt, und die Bartenwale tragen am Gaumen hornige Blätter, die sogenannten Barten.

Fast überall nimmt der Darmcanal in seinen verschiedenen Abschnitten selbstständige Drüsen auf, deren Secrete sich dem Darminhalte beimischen. Schon in der Mundhöhle gesellt sich zu den eben aufgenommenen Speisen der Speichel, die Absonderungsflüssigkeit einer grösseren oder geringeren Zahl von Speicheldrüsen, welche jedoch bei vielen Wasserthieren verkümmern, beziehungsweise hinwegfallen. In den Anfangstheil des Dünndarmes ergiesst sich die Galle und der für die Verdauung wichtige Saft der Bauchspeicheldrüse (*Pancreas*). Die erstere ist das Secret der Leber, einer umfangreichen Drüse, durch welche das Venenblut der Eingeweide bei der Rückkehr zum Herzen hindurchströmt (Pfortader-Kreislauf). Bei *Amphioxus* stellt sich die Leber als einfacher Blindsack des Darmes dar. Das Pancreas fehlt hier und bei einigen anderen Fischen vollständig. Der die Resorption der Säfte besorgende Dünndarm zeichnet sich nicht nur durch seine bedeutende Länge aus, indem gerade dieser Abschnitt in Windungen zusammengelegt ist, sondern auch durch das Auftreten von inneren Falten und Zöttchen, welche die resorbirende Oberfläche

bedeutend vergrössern. Der Endabschnitt hebt sich meist durch seine Weite und kräftige Muskulatur als Enddarm (Dickdarm, Mastdarm) ab.

Ueberall finden sich besondere *Respirationsorgane*, Kiemen oder Lungen. Die ersteren liegen meist als Doppelreihen lanzettförmiger Blättchen an den Seiten des Schlundes hinter dem Kieferbogen und werden mit Ausnahme der *Cyclostomen* von Visceralbögen getragen. Zwischen diesen Bögen finden sich stets engere oder weitere Spaltöffnungen, welche unmittelbar in den Schlund führen und von hier das zur Respiration dienende, die Kiemen umspülende Wasser in die Kiemenhöhle eintreten lassen. Von der äusseren Seite werden die Kiemen oft von einer Hautduplicatur oder von einem Kiemendeckel überlagert, an dessen unterem oder hinterem Rande ein langer Spalt zum Ausfliessen des Wassers aus dem Kiemenraume frei bleibt. Indessen können die Kiemen auch als äussere Anhänge unbedeckt hervorragen (Amphibien und Embryonen der Selachier). Lungen finden sich zwar schon bei niederen Wirbelthieren im Vereine mit Kiemen vor und werden auch bei den Fischen durch ein morphologisch gleichwerthiges Organ, die Schwimmblase, vertreten, gehören aber in vollkommenerer Ausbildung erst den höheren, grossentheils warmblütigen Wirbelthieren an. Dieselben stellen in ihrer einfachsten Form zwei mit Luft gefüllte Säcke vor, welche sich mittelst eines gemeinsamen klaffenden Luftganges (Luftröhre) in der Tiefe der Rachenhöhle in den Schlund öffnen. Die Wandung der Lungensäcke trägt die respiratorischen Capillargefässe und erscheint meist, in Folge auftretender Falten und secundärer Erhebungen zur Herstellung einer grossen Oberfläche, als ein schwammiges, von Röhren durchsetztes Organ. Beide Lungen erstrecken sich oft tief in die Leibeshöhle hinein, bleiben aber bei den höheren Vertebraten auf den vorderen Abschnitt derselben beschränkt, welche als Brusthöhle durch eine Querscheidewand (Zwerchfell) von dem hinteren Abschnitte (Bauchhöhle) mehr oder minder vollständig abgegrenzt sein kann. Auch die Luftathmung setzt einen beständigen Wechsel des zur Respiration dienenden Mediums voraus, den Austausch der verbrauchten, mit Kohlensäure geschwängerten Luft mit der sauerstoffreichen Luft der Atmosphäre. Dieser Austausch wird in verschiedener Weise durch mechanische Einrichtungen

Fig. 716.



Die Entwicklung des Zahnes von *Triton*, nach O. Hertwig. *a* Die ersten Stadien der Zahnentwicklung, rechts die erste Anlage. *b* späteres Entwicklungsstadium. *DK* Dentinkeim (Cutispapille), *MS* Schmelzmembran (Epitheleinwucherung), *D* Dentin, *S* Schmelz, *Ep* Mundhöhlenepithel.

bewerkstelligt, von welchen die sogenannten Respirationsbewegungen abhängig sind. Diese treten bei allen durch Lungen athmenden Wirbelthieren, am vollkommensten aber bei den Säugethieren als abwechselnde rhythmische Verengerungen und Erweiterungen der Brust (Thorax) auf. Am Eingange der in die Lungen führenden Luftwege verbindet sich mit dem Respirationsorgane das *Stimmorgan*, zu dessen Bildung meist der obere Abschnitt der Luftröhre als Kehlkopf umgestaltet ist, Stimmbänder erhält und mittelst einer engen, oft durch einen Kehldeckel verschliessbaren Spalte in den Schlund sich öffnet.

Im engen Anschlusse an die Respirationsorgane erscheint die Gestaltung der Kreislaufsorgane. Ueberall bilden dieselben ein geschlossenes Gefässsystem und führen rothes (nur bei *Amphioxus* und den *Leptocephaliden* weisses) Blut. Die rothe Farbe des Blutes, in welcher man früher den wesentlichen Charakter des Blutes zu erkennen glaubte (Blutthiere des Aristoteles), ist an das Vorhandensein der dicht gehäuften Blutkörperchen geknüpft, welche als flache scheibenartige Körperchen den Farbstoff (*Haemoglobin*) tragen und die Uebertragung des Sauerstoffes in die Gewebe vermitteln. Neben denselben kommen im Blute kleine blasse Zellen, die farblosen amoeboiden Blutkörperchen, vor. (Fig. 27.)

Mit Ausnahme von *Amphioxus*, dessen grössere Gefässstämme pulsiren, entwickelt sich bei allen übrigen Wirbelthieren ein distincter Abschnitt des Gefässsystems als Herz. Dasselbe liegt im Vordertheile der Leibeshöhle, seiner Anlage nach ursprünglich genau in der Medianlinie, hat eine konische Gestalt und wird von einem Herzbeutel umschlossen. Die Lage der Hauptgefässstämme und ihre Verbindung mit dem Herzen stellt sich in der einfachsten Form in folgender Weise dar. Eine mächtige *Vertebralarterie* verläuft der Wirbelsäule entlang und lässt zahlreiche Seitenzweige, der Gliederung der Wirbelsäule entsprechend, rechts und links austreten. Unterhalb derselben erstreckt sich eine am Schwanztheile des Rumpfes unpaare (*V. caudalis*), in dem Leibesraum dagegen paarige *Vertebralvene* (*untere Cardinalvenen*), zu deren Bildung seitliche Venenzweige zusammentreten, welche direct aus den Capillarnetzen der Arterienzweige hervorgehen. Weitere Hauptvenen sind die Lebervenen aufnehmende, von den Vertebralvenen getrennte *untere Hohlvene* (*V. cava inferior*), sowie eine oder zwei obere Hohlvenen (*obere Cardinalvenen*). Das aus dem Körper in den als *Vorhof* (*Atrium*) bezeichneten Abschnitt des Herzens gelangte venöse Blut strömt in die muskulöse *Herzkammer* (*Ventrikel*) und wird von hier wieder indirect in die Vertebralarterie eingetrieben. Es entspringt nämlich aus der Herzkammer eine aufsteigende Arterie (*Aorta ascendens*) und spaltet sich in seitliche, quer nach der Rückenseite zu verlaufende Aortenbögen, welche sich unterhalb der Wirbelsäule zum vorderen Abschnitt der absteigenden Arterie (*Aorta descendens*) vereinigen. (Fig. 72.)

Durch die Einschiebung der Respirationsorgane wird jedoch die Complication dieses Systems der Aortenbögen unter verschiedenen Modificationen vergrössert. (Vergl. pag. 59.)

Als adnexer Abschnitt des Gefässsystems verbreitet sich im Körper aller Wirbelthiere das System der Lymphgefässe, welches einen hellen, mit farblosen Körperchen (*Lymphkörperchen*) erfüllten Ernährungssaft (*Chylus* und *Lymphe*) enthält und denselben als plastisches Material zur Ergänzung der beim Stoffwechsel verbrauchten Bluttheile dem Blute zuführt. Der Hauptstamm der Lymphgefässe (*Ductus thoracicus*), in deren Verlauf besondere Drüsen-ähnliche Gebilde (die sogenannten *Gefässdrüsen*, *Lymphdrüsen*, *Milz*) eingeschoben sind, verläuft ebenfalls der Wirbelsäule entlang und mündet bei den höheren Wirbelthieren in den oberen Abschnitt der Hohlvene (*V. cava superior*) ein. Bei den niederen Vertebraten finden sich mehrfache Communicationen.

Harnabsondernde Organe, *Nieren*, sind allgemein vorhanden und liegen als paarige Drüsen unter der Wirbelsäule. Die ersten Anlagen derselben erscheinen in ähnlicher Form wie die Segmentalorgane der Anneliden, indem sich mit dem zuerst auftretenden Urnierengang peritoneale Einstülpungen (Harncanälchen) verbinden, welche durch trichterförmige Oeffnungen mit der Leibeshöhle communiciren. (Vergl. pag. 72, Fig. 91.) Die Ausführungsgänge der Nieren, die *Ureteren*, vereinigen sich meist zu einem unpaaren Endabschnitte, welcher nur bei den Knochenfischen hinter dem After mündet, sonst meist in den Kloakentheil des Afterdarmes sich öffnet, bei den Säugethieren aber, die *Monotremen* ausgenommen, mit dem Endabschnitte der Geschlechtswege vereinigt (*Urethra*) vor dem After ausmündet. In den Verlauf des ausführenden Apparates schiebt sich nicht selten ein blasenartiges Reservoir, die *Harnblase*, ein, welche nur bei den Fischen hinter dem Darme liegt.

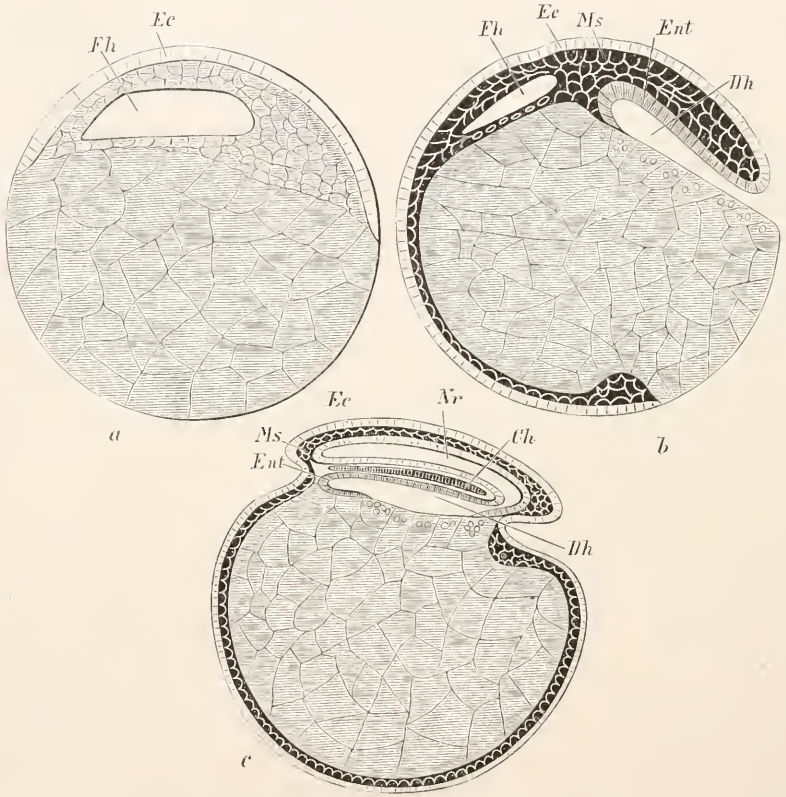
Die Fortpflanzung ist stets eine geschlechtliche, und zwar gilt die Trennung der Geschlechter als Regel. Nur einige wenige Fische (z. B. *Serranus*) sind *Hermaphroditen*. Indessen werden auch bei männlichen Amphibien Reste von Ovarien gefunden. Beiderlei Geschlechtsdrüsen liegen als paarige Organe im Leibesraum und entsenden paarige Ausführungsgänge, welche bei niederen Wirbelthieren in den Enddarm (Kloake) münden und häufig zu einem unpaaren Canal zusammentreten. Zuweilen fehlen die Ausführungsgänge; in diesem Falle gelangen die Geschlechtsproducte in die Leibeshöhle und von da durch einen Genitalporus nach aussen. Die Gliederung der Ausführungsgänge in verschiedene Abschnitte, ihre Verbindung mit accessorischen Drüsen und äusseren Copulationsapparaten bedingt den sehr mannigfachen, bei den Säugethieren am complicirtesten gestalteten Bau der Geschlechtsorgane.

Bei vielen Fischen und Amphibien bleibt die Begattung eine äussere Vereinigung, und die Eier werden im Wasser befruchtet. Die meisten Fische, viele Amphibien und Reptilien, sowie alle Vögel legen Eier ab. Lebendig gebärend sind die Säugethiere, deren kleine Eier im Innern der weiblichen Leitungswege die Embryonalentwicklung durchlaufen.

Die Entwicklung des Embryos (Fig. 717) wird eingeleitet durch eine totale oder partielle (discoidale) Furchung. Die erste Anlage des Keimes ist meist eine dem Dotter aufliegende Scheibe (Keimscheibe), von deren hinterem

Ende aus sich die Darmhöhle entwickelt. In der Mitte der Keimscheibe entsteht der sogenannte Primitivstreifen. Dieser bezeichnet die Längsachse des Embryos. Das äussere Blatt erzeugt durch zwei seitliche Aufwulstungen (Medullarwülste) eine ectodermale Rinne (Anlage des Nervencentrums), welche sich durch Zusammenwachsen ihrer Ränder der Länge nach schliesst. (Fig. 718.) Das so abgeschnürte Rohr ist die Anlage von Rückenmark und Gehirn, deren Höhlung eine Zeit lang mit der Darmhöhle communicirt (Neurenterischer

Fig. 717.



Schematische Längsschnitte durch einen idealen Wirbelthierembryo, nach Balfour. *a* Stadium nach beendeter Furchung. *b* Späteres Stadium, bei dem die Bildung der Darmhöhle vom hinteren Ende des Embryo aus erfolgt (Gastrula). *c* Stadium, in welchem das Nervenrohr geschlossen ist und mit dem Darmrohr zusammenhängt. *Ec* Ectoderm, *Ent* Entoderm, *Ms* Mesoderm, *Fh* Furchungshöhle, *Dh* Darmhöhle, *Nr* Nervenrohr, *Ch* Chorda.

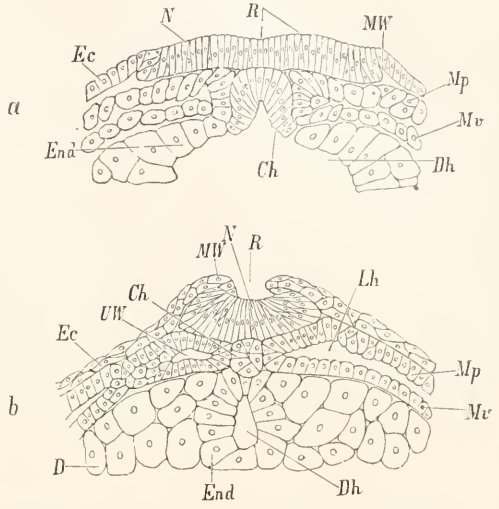
Canal). Unterhalb des Nervencentrums legt sich vom Entoderm aus die Chorda dorsalis an, und zu den Seiten dieser letzteren, primär durch einen Faltungsprocess, gleichfalls vom Entoderm aus, das Mesoderm. Dasselbe bildet zwei Streifen zu den Seiten des Darmes und trennt sich in ein parietales und viscerales Blatt. Die zwischen beiden Blättern gelegene Höhle ist die secundäre Leibeshöhle (Pleuroperitonealhöhle). Der dorsale Abschnitt der Mesodermstreifen trennt sich alsbald und gliedert sich segmental zur Anlage der Urwirbel.

(Fig. 713 und 719.) An der Grenze der Urwirbel gegen die ungegliederten lateralen Abschnitte, Seitenplatten, sondert sich der Urnierengang, und medialwärts zu demselben entsteht die Geschlechtsdrüse aus der Peritonealschicht der Seitenplatten. Während dieser auf dem Rückentheil des Embryos ablaufenden Vorgänge bildet sich an der Ventralseite der Darm weiter aus und nimmt den Dotter allmälig und oft mit Zurücklassung eines Dottersackes in sich auf.

Die neugeborenen Jungen erleiden nur bei den nackten Amphibien und bei mehreren Fischen eine Metamorphose.

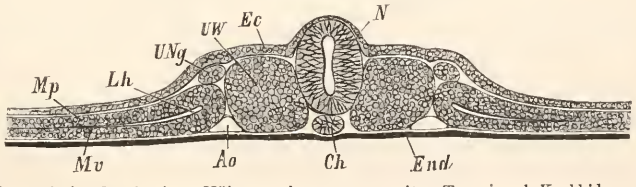
Die Eintheilung der Wirbelthiere in die vier Classen der Fische, Amphibien, Vögel und Säugethiere, welche Linné zuerst aufstellte, findet sich schon in dem System von Aristoteles begründet. Die Fische und Amphibien sind Kaltblüter oder besser wechselwarme Thiere, die Vögel und Säugethiere Warmblüter oder homöotherme Thiere und erheben sich zu einer weit höheren Lebensstufe, werden deshalb auch wohl als höhere Wirbelthiere bezeichnet. In neuerer Zeit hat man mit Recht die nackten Amphibien von den beschuppten oder Reptilien getrennt und mit den Fischen als niedere den Reptilien, Vögeln und Säugern als höheren Wirbelthieren gegenübergestellt. In der That haben die Fische und Amphibien viele gemeinsame Züge, erscheinen auch systematisch minder scharf abgegrenzt als die Amphibien und Reptilien. Gemeinsam ist beiden nicht nur die Kiemenathmung und häufige Persistenz der Chorda, sondern der einfachere Verlauf der Embryonalentwicklung und der Mangel der für die höheren Wirbel-

Fig. 718.



Querschnitte durch die Embryonalanlage von *Triton taeniatus*, nach O. Hertwig. *a* Erstes Auftreten der Medullarwülste und Bildung der Chorda. *b* Die Medullarfurche dem Verschlusse nahe. Die Chorda hat sich vom Entoderm vollkommen abgeschnürt. In dem Mesodermstreifen beginnt die Abschnürung des Urwirbels (in der Figur linkerseits). *Ec* Ectoderm, *N* Nervensystem, *R* Rückenrinne, *MW* Medullarwülste, *Mp* parietales Blatt des Mesoderms, *Mv* viscerales Blatt desselben, *Ch* Chorda, *End* Darmentoderm, *Dh* Darmhöhle, *Lh* Leibes- (Pleuroperitoneal-) Höhle, *UW* Urwirbel, *D* Dotter.

Fig. 719.



Querschnitt durch einen Hühnerembryo vom zweiten Tage, nach Kölliker. *Ec* Ectoderm (Hornblatt), *N* Rückenmark, *End* Entoderm (Darmdrüsenblatt), *Ch* Chorda, *UW* Urwirbel, *UNg* Urnierengang, *Mp* Hautplatte der Seitenplatte, *Mv* Darmfaserplatte derselben, *Lh* Leibes- (Pleuroperitoneal-) Höhle, *Ao* primitive Aorta.

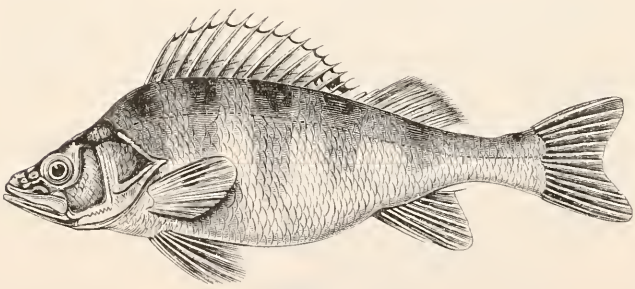
thiere charakteristischen Embryonalorgane, des *Amnion* und der *Allantois*. Demgemäss und mit Rücksicht auf die vielfachen Beziehungen zwischen Reptilien und Vögeln unterscheidet Huxley drei Hauptabtheilungen, als: *Ichthyopsiden*, *Sauropsiden* und *Mammalia*. Freilich ergeben sich unter den Fischen wiederum so bedeutende Unterschiede in der Differenzirung der Organe, dass man dieselben in mehrere Classen aufzulösen berechtigt ist. Man würde die *Leptocardier* nicht nur allen Fischen, sondern den übrigen Wirbelclassen als *Acrania* gegenüberstellen, ferner die *Cyclostomen*, die *Selachier* und *Dipnoer* als Classen sondern können, wenn es nicht zweckmässiger erschiene, die alte Einheit der Fischclasse aufrecht zu erhalten.

I. Classe. Pisces [1]), Fische.

Im Wasser lebende, beschuppte Kaltblüter, mit unpaaren Flossenkämmen und paarigen Brust- und Bauchflossen, meist mit ausschliesslicher Kiemenathmung und einfachem, aus Vorhof und Kammer bestehendem Herzen, ohne vordere Harnblase.

Die Eigenthümlichkeiten des Baues und der inneren Organisation ergeben sich im Allgemeinen aus den Bedürfnissen des Wasserlebens. Obwohl wir freilich selbst im Kreise der Wirbelthiere aus allen Classen Gruppen von Formen kennen, die sich im Wasser ernähren und bewegen, so ist doch nirgends die Organisation so bestimmt und vollkommen dem Wasserleben angepasst wie bei den Fischen.

Fig. 720.



Perca fluviatilis (règne animal).

Die Körpergestalt ist im Allgemeinen spindelförmig, mehr oder minder comprimirt, im Einzelnen zahlreichen Modificationen unterworfen. Es gibt ebensowohl cylindrische, Schlangen-ähnliche Fische (Neunaugen), wie kugelige, ballonartig aufgetriebene Gestalten (*Gymnodonten*). Andere Formen sind bandartig verlängert (*Bandfische*), wieder andere sehr stark comprimirt, kurz, hoch und unsymmetrisch (*Pleuronectiden*). Endlich kann

[1]) Cuvier et Valenciennes, Histoire naturelle des poissons. 22. Vols. Paris, 1828—1849. Joh. Müller, Vergleichende Anatomie der Myxinoiden. Berlin, 1835—1845. L. Agassiz, Recherches sur les poissons fossiles. Neufchâtel, 1833—1844. Günther, Catalogue of the fishes in British Museum. London, 1859—1870. C. E. v. Baer, Entwicklungsgeschichte der Fische. Leipzig, 1835.

auch eine dorsoventrale Abflachung zu platten, scheibenförmigen Fischgestalten führen (*Rochen*).

Für die Locomotion des Fisches kommen vornehmlich die seitlichen, durch mächtige Rumpfmuskeln bewirkten Biegungen der Wirbelsäule in Betracht, deren Wirkung noch durch unpaare, einer Erhebung und Senkung fähige Flossenkämme des Rückens und Bauches verstärkt werden kann. Dagegen erscheinen die beiden Extremitätenpaare, die Brust- und Bauchflossen, mehr als Steuer für die Richtung der Bewegung. Diesem Modus der Bewegung entspricht der Bau der Wirbelsäule. Der Kopf sitzt unmittelbar und meist in fester Verbindung dem Rumpfe auf. Eine bewegliche Halsregion, welche dem Schwimmen nur hinderlich sein müsste, fällt vollständig aus. Gerade in seiner vorderen Partie zeigt sich der Rumpf starr, nach hinten zu wird er beweglicher und geht allmälig in den Schwanz über, welcher die vollkommenste Verschiebung seiner Wirbel gestattet und hierdurch als Hauptbewegungsorgan tauglich wird.

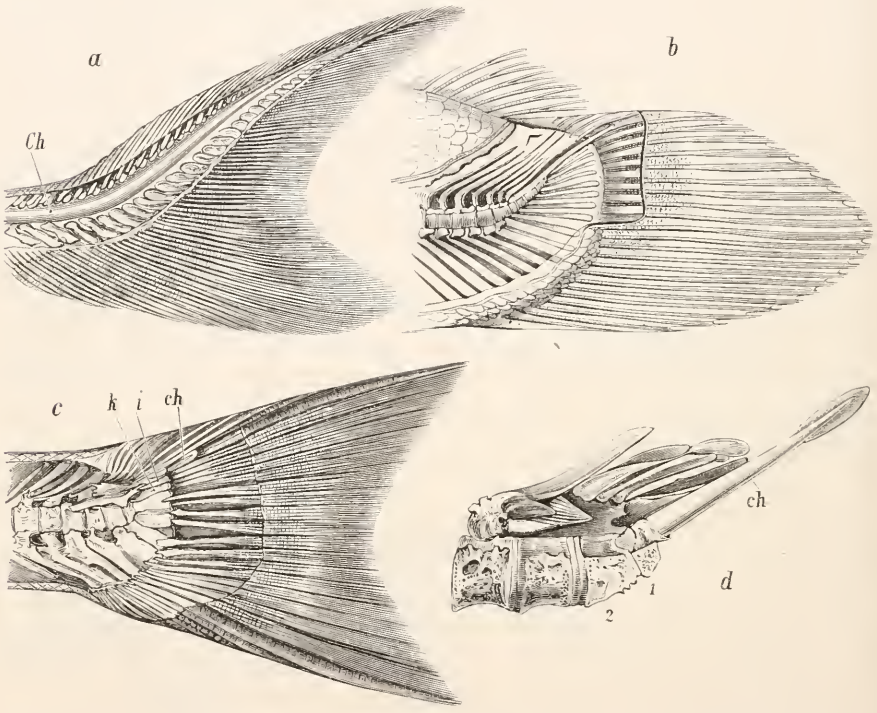
Das System der unpaaren Flossen ist der embryonalen Anlage nach auf einen medianen, über den Rücken und Schwanz bis zum After reichenden Hautsaum zurückzuführen, welcher später durch Einschnitte unterbrochen wird, so dass sich dann in der Regel drei Partieen als Rückenflosse (*Pinna dorsalis*), Schwanzflosse (*Pinna caudalis*) und Afterflosse (*Pinna analis*) sondern. (Fig. 720.) Zur Stütze des Hautsaumes sind meist feste Strahlen vorhanden (Flossenstrahlen), bei den Knochenfischen entweder harte spitze Knochenstacheln, sogenannte *Stachelstrahlen* (*Acanthopteri*), oder weiche gegliederte Strahlen (*Malacopteri*). Die *Schwanzflosse* setzt sich in der Regel aus einer Abtheilung des dorsalen und ventralen Flossensaumes zusammen, variirt aber in ihrer Form mannigfach. Sind dorsale und ventrale Lappen symmetrisch, so wird die Schwanzflosse als *homocerk*, bei bedeutenderer Entfaltung des ventralen Lappens als *heterocerk* bezeichnet, in welchem Falle der Schwanztheil der Wirbelsäule meist aufwärts gekrümmt erscheint. (Fig. 721 *a*.) Aber auch im Falle einer äusseren Homocercie steigt das Achsenskelet im Schwanze dorsalwärts empor, so dass dabei eine innere Heterocercie besteht. (Fig. 721 *b*, *c*, *d*.)

Die paarigen *Brust-* und *Bauchflossen* entsprechen den vorderen und hinteren Gliedmassen der übrigen Wirbelthiere. Die erstere heftet sich unmittelbar hinter den Kiemen mittelst eines bogenförmigen Schultergürtels dem Kopfe an, während die beiden in der Mittellinie genäherten Bauchflossen weiter nach hinten meist am Bauche, zuweilen freilich zwischen die ersteren gerückt, seltener an der Kehle liegen (Bauch-, Brust- und Kehlflosser).

Die Körperbedeckung der Fische bleibt nur selten vollkommen nackt (Rundmäuler). In der Regel finden sich Schuppen eingelagert, Verknöcherungen der Cutispapillen, welche von der Epidermis vollständig überzogen sind. Oft bleiben die Schuppen so klein, dass sie, unter der Haut verborgen, ganz zu fehlen scheinen (*Aal*), meist aber treten sie als feste, mehr- oder minder biegsame Platten hervor, welche eine grosse Zahl concentrischer Linien und radiärer Streifen zeigen und dachziegelförmig übereinander liegen. Je nach der

Beschaffenheit des freien Schuppenrandes unterscheidet man *Cycloid*schuppen mit glattem und *Ctenoid*schuppen mit gezähneltem Rande. Als *Ganoid*schuppen bezeichnet man wenig übereinandergreifende, meist rhombische, seltener cycloid gestaltete Schuppen mit äusserer Schmelzlage, als *Placoid*schuppen kleinere, verschieden gestaltete Knochenkörner (Ausgangsform der Zähne), welche der Hautoberfläche eine chagrinartige Beschaffenheit verleihen. (Hierauf beruhte Agassiz' Eintheilung der Fische in *Cycloiden*, *Ctenoiden*, *Ganoiden* und *Placoiden*.)

Fig. 721.



a Schwanzflosse von *Acipenser sturio*. *Ch* Chordastrang. *b* Von *Amia*. *c* Von *Salmo*. *i* Erster, *k* zweiter Flossenstrahlträger am Chordaende in der Flosse. *d* Ende der Wirbelsäule desselben. *1* letzter, *2* zweitletzter Wirbelkörper, *ch* Chordastab mit Knorpelplatten. Fig. *b*, *c*, *d* nach Kölliker.

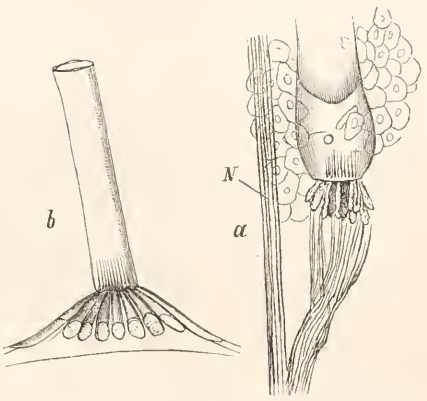
In der Haut treten eigenthümliche, durch seitliche Porenreihen nach aussen mündende Canäle, die *Seitenlinien*, auf, welche früher für schleimabsondernde Drüsen gehalten wurden, bis Leydig[1]) dieselben als Träger eines Sinnesorganes erkannte. Diese Organe sind bei den Myxinoiden und Stören kurze Säcke, bei den Rochen, Haien und Chimaeren einfache, ampullenförmig beginnende Röhren, die sich auch über den Kopf in mehreren Reihen hinziehen. Bei den Teleostiern sind es verzweigte Röhren, welche die Schuppen

[1]) Vergl. Leydig, Ueber das Organ eines sechsten Sinnes. Dresden, 1868. Fr. E. Schulze, Ueber die Sinnesorgane der Seitenlinie bei Fischen und Amphibien. Arch. für mikrosk. Anatomie, Tom. VI, 1870.

der Seitenlinien in Poren durchbrechen und auch am Kopfe in mehreren Reihen auftreten. (Fig. 720.) In der Wandung dieser Gänge verlaufen Nerven, welche in knopfförmigen Anschwellungen enden. Die epitheliale Bekleidung der letzteren enthält im Centrum kurze birnförmige Zellen, welche nach oben in ein feines starres Haar auslaufen, während sie an der Basis in den Axencylinder einer Nervenfaser übergehen. (Fig. 722.)

Das *Skelet* bleibt im einfachsten Falle (*Amphioxus*) auf die *Chorda dorsalis* beschränkt. Dieselbe persistirt auch bei den *Myxinoiden*, welche bereits eine knorpelhäutige Schädelkapsel besitzen. Bei den *Petromyzonten* [1]) treten zuerst oberhalb der Chorda knorpelige Bogenstücke und unterhalb derselben in der Schwanzgegend paarige Knorpelleisten auf, die Anlagen von oberen und unteren Wirbelbögen. Vollständiger sind diese Wirbelbögen bei den Stören (*Acipenser*) und Seekatzen (*Chimaera*), deren Chorda, mit sehr derber bindegewebiger Scheide, der Chordazone des skeletogenen Gewebes, sich in vollem Umfange erhält. Eine Differenzirung des Achsenskeletes in discrete Wirbel tritt erst bei den *Haien* und *Rochen* auf, indem sich obere und untere Bogenstücke mit ringförmigen Stücken des skeletogenen Gewebes (mit Bogenzone und Chordazone, beide durch die Elastica externa abgegrenzt), den knorpeligen Wirbelkörpern, vereinigen. Die Chorda wird durch das Wachsthum dieser letzteren vertebral verdrängt, so dass biconcave (amphicoele) Wirbelkörper entstehen, deren konische Vertiefungen einen Abschnitt der Chorda, welcher mit dem benachbarten in der Regel noch im Centrum des Wirbelkörpers verbunden ist, enthalten. Bei den Knochenganoiden und Teleostiern ossificiren die biconcaven [2]) Wirbelkörper vollständig und verschmelzen mit den entsprechenden oberen und unteren knöchernen Bogenstücken zur Bildung eines vollständigen Wirbels. Im Verlaufe des Rumpfes legen sich an die hier auseinanderweichenden unteren Bogenstücke (Haemapophysen) Rippen an, zu denen oft als Ossificationen der intermuskulären Ligamente die y-förmigen Fleischgräten hinzutreten.

Fig. 722.



a Seitenorgan am Schwanze des Plötz. *N* Nerv. — *b* Seitenorgan am Kopfe, wahrscheinlich eines jungen Brachsen, nach Fr. E. Schulze.

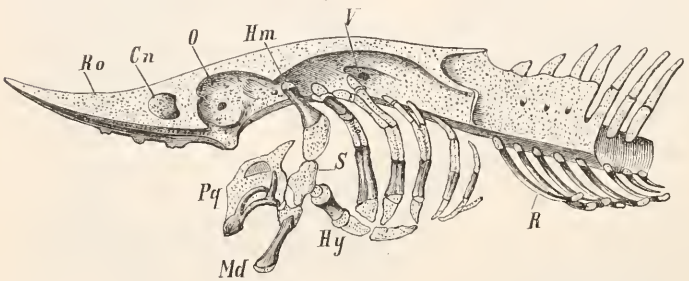
---

[1]) Vergl. Joh. Müller l.c. Reichert, Ueber die Visceralbögen im Allgemeinen etc. Müller's Archiv, 1837. A. Kölliker, Ueber die Beziehungen der Chorda dorsalis zur Bildung der Wirbel der Selachier und einiger anderen Fische. Würzburg, 1866. C. Gegenbaur, Ueber die Entwicklung der Wirbelsäule des Lepidosteus mit vergleichend-anatomischen Bemerkungen. Jen. naturwissensch. Zeitschr., Tom. III.

[2]) Nur die Gattung *Lepidosteus* besitzt einen vorderen Gelenkkopf am Wirbelkörper.

Auch die Gestaltung des Schädels zeigt eine Reihe fortschreitender Entwicklungsstufen bis zu dem complicirten Schädel der Teleostier. Am einfachsten verhält sich der Primordialschädel bei den *Cyclostomen*, bei denen eine knorpelig-membranöse Schädelkapsel auftritt, in deren knochenhartem Basilartheil die Chorda endet. Zwei Knochenblasen umschliessen als seitliche Anhänge des knöchernen Basilartheiles das Gehörorgan, während sich zwei vordere Schenkel mit dem complicirten Apparate der Gesichts- und Kiefergaumenknorpel verbinden. Einen weiteren Fortschritt zeigt der Primordialschädel der *Selachier* (Fig. 708), indem derselbe eine einfache, nicht weiter in discrete Stücke zerfallende Knorpelkapsel bildet, in deren Basis die Chorda endet. Bei den Stören (Fig. 723) kommen zu der knorpeligen Schädelkapsel Knochenstücke hinzu, und zwar ein platter Basilarknochen, *Parasphenoideum*, sowie ein System von Deckknochen der Haut. Eine wahre knöcherne Schädeldecke entwickelt sich erst um den Primordialschädel der *Dipnoer*. Auch an dem knöchernen Schädel der *Ganoiden* und *Teleostier* bleiben noch zusammenhängende Abschnitte des knorpeligen Primordialcraniums zurück (Hecht und Lachs). Am längsten erhalten sich die Knorpelreste in der Ethmoidalregion (*Silurus*, *Cyprinus*), während sie am Dache und an der Schädelbasis theils durch Auflagerungsknochen, theils durch primäre Ossificationen (Occipitale basale und O. lateralia, Felsenbeine, sowie die Alisphenoids) verdrängt werden.

Fig. 723.



Kopfskelet des Störs, nach Wiedersheim. *Ro* Rostrum, *Cn* Cavum nasale, *O* Orbita, *Hm* Hyomandibulare, *S* Symplecticum, *Pq* Palatoquadratum, *Md* Unterkiefer, *Hy* Zungenbein, *V* Vagusloch, *R* Rippen.

Die Verbindung des hinteren Schädelabschnittes mit der Wirbelsäule entbehrt (mit Ausnahme der Chimaeren und Rochen) einer Articulation, das *Os basilare* besitzt die konische Vertiefung und Gestalt des Wirbelkörpers. Dagegen drängt sich jederseits zwischen die *Occipitalia lateralia* (welche die Oeffnungen zum Durchtritt des Vagus und Glossopharyngeus enthalten) und das durch eine starke Crista ausgezeichnete *Occipitale superius* ein *Occipitale externum* (*Epioticum*) ein. An dieses schliessen sich das hintere Felsenbein, *Opisthoticum* (Huxley), von sehr verschiedener Grösse und Form (sehr gross bei *Gadus*, klein bei *Esox*) und das *Prooticum*, welches den vorderen halbzirkelförmigen Canal umfasst und von Oeffnungen zum Durchtritt des *Trigeminus* durchbrochen wird. Dazu kommt als äusseres Belegstück des *Squamosum*, das zur Verbindung mit dem *Hyomandibulare* verwendet wird. Die Unterfläche der

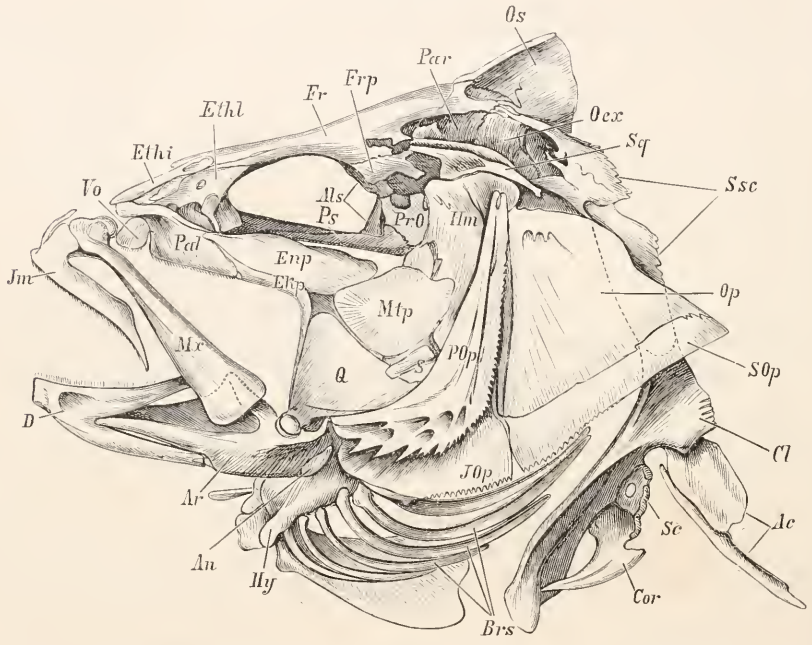
Schädelkapsel wird von dem langen *Parasphenoideum* bedeckt. Die Seitenwände des Schädels werden durch zwei Paare von Flügelknochen (*Orbitosphenoideum, Alisphenoideum*) gebildet. (Fig. 651.) Von diesen legt sich das hintere Paar an die Schenkel des Parasphenoids an und ist mit seinen Oeffnungen für die Augennerven und den Orbitalast des Trigeminus fast immer nachweisbar. Die Stücke des vorderen Paares (*Orbitosphenoids*) vereinigen sich oft am Boden des Schädels zur Herstellung eines medianen Knochens, der bei Reduction der Schädelhöhle durch ein knorpeliges oder häutiges Septum vertreten ist. Das Schädeldach wird von knöchernen Platten gebildet, unter denen sich nur selten noch Reste des Primordialcraniums erhalten. An das *Occipitale superius* schliessen vorne zwei *Parietalia*, an diese das grosse *Frontale principale* Cuv. an, zu dessen Seiten ein zum *Squamosum* reichendes und an der Gelenkverbindung mit dem Kieferstiel betheiligtes *Postfrontale* zur Entwicklung kommt.

In der Ethmoidalregion finden wir in der Verlängerung der Schädelbasis einen unpaaren Knorpel oder Knochen, *Ethmoidale medium* (*impar*), von der grossen, an das Parasphenoid anschliessenden *Vomer*platte ventralwärts überdeckt, und zwei seitliche paarige Knochenstücke, *Ethmoidalia lateralia* (*Praefrontalia*), welche von den Geruchsnerven durchbohrt werden und die Stütze der Nasengruben bilden. Endlich treten, zum Schutze der Kopfcanäle, als accessorische Hautknochen die *Ossa infraorbitalia* und *supratemporalia* auf.

Ein wahres Kiefergerüst kommt erst bei den *Selachiern* und *Stören* zur Ausbildung, wo ein am Schläfentheil befestigter Kieferstiel (*Hyomandibulare*) dem Kieferbogen und Zungenbein zur Befestigung dient. (Fig. 708 und 723.) Der obere Abschnitt des ersteren (*Palatoquadratum*) ist meist am Schädel durch Bänder beweglich befestigt. Bei den Knochenfischen erscheint der Kieferstiel in mehrere Stücke zerfallen und zugleich als Träger des Kiemendeckels. Ein mit dem Schädel articulirendes *Hyomandibulare* nebst den von Cuvier als *Os symplecticum* und *tympanicum* (*Metapterygoideum*) bezeichneten Knochenstücken bilden den oberen Abschnitt, das *Praeoperculum* den mittleren und endlich das *Quadratum* oder *Quadratojugale* den unteren, das Unterkiefergelenk tragenden Abschnitt des Kiefersuspensoriums. Die dem hinteren Rande des *Praeoperculum* sich anlegenden flachen Knochenstücke bilden den Kiemendeckel und werden als *Operculum*, *Subopercului* und *Interoperculum* unterschieden. Ein vom *Metapterygoideum* und *Quadratum* nach dem Oberkiefer sich erstreckender Knochen entspricht dem Flügelbein und wird in der Regel aus einem äusseren (*Ectopterygoideum*) und inneren Stück (*Entopterygoideum*) zusammengesetzt. Dann folgt das Gaumenbein (*Palatinum*) und der Oberkieferapparat, mit dem an der Schnauzenspitze meist beweglich verschiebbaren Zwischenkiefer (*Intermaxillare*) und dem sehr variabeln, meist zahnlosen Oberkiefer (*Maxillare*). Die beiden Aeste des Unterkiefers sind in der Mittellinie nur selten verwachsen und zerfallen mindestens in ein hinteres *Os articulare* und ein vorderes *Os dentale*, zu dem meist noch ein *Angulare* und *Operculare* hinzukommen. (Fig. 724.)

Hinter dem Kieferbogen folgt noch ein System von gleichwerthigen, die Rachenhöhle umgürtenden Bögen, von denen der vordere als Zungenbeinbogen am äusseren Rande eine Anzahl von Stäben (*Radii branchiostegi*) zur Stütze der Kiemenhaut trägt, die übrigen als Kiemenbögen zum Tragen der Kiemenblättchen dienen. (Fig. 725.) Bei den Teleostiern entwickeln sich vier (selten drei) Bögen zu Kiementrägern, während der hintere, auf den ventralen Abschnitt reducirt, die sogenannten unteren Schlundknochen (*Pharyngealia in-*

Fig. 724.



Kopfskelet von *Perca fluviatilis* (règne animal). *Os* Occipitale superius, *Oex* O. externum (Epioticum), *Par* Parietale, *Sq* Squamosum, *Fr* Frontale, *Frp* Postfrontale, *PrO* Prooticum, *Als* Alisphenoideum, *Ps* Parasphenoideum, *Ethi* Ethmoideum impar, *Ethl* E. laterale (Praefrontale), *Hm* Hyomandibulare, *S* Symplecticum, *Q* Quadratum, *Mtp* Metapterygoideum, *Enp* Entopterygoideum, *Ekp* Ectopterygoideum, *Pal* Palatinum, *Vo* Vomer, *Jm* Intermaxillare, *Mx* Maxillare, *D* Dentale, *Ar* Articulare, *An* Angulare, *Op* Operculum, *POp* Praeoperculum, *SOp* Suboperculum, *JOp* Interoperculum, *Hy* Hyoidbogen, *Brs* Radii branchiostegi, *Cl* Claviculare, *Sc* Scapulare, *Cor* Coracoideum, *Ssc* Supraclavicularia, *Ac* accessorische Stücke.

feriora) bildet. Die oberen, an die Schädelbasis sich anlegenden Knochenstücke der Kiemenbögen werden als obere Schlundknochen (*Pharyngealia superiora*) bezeichnet.

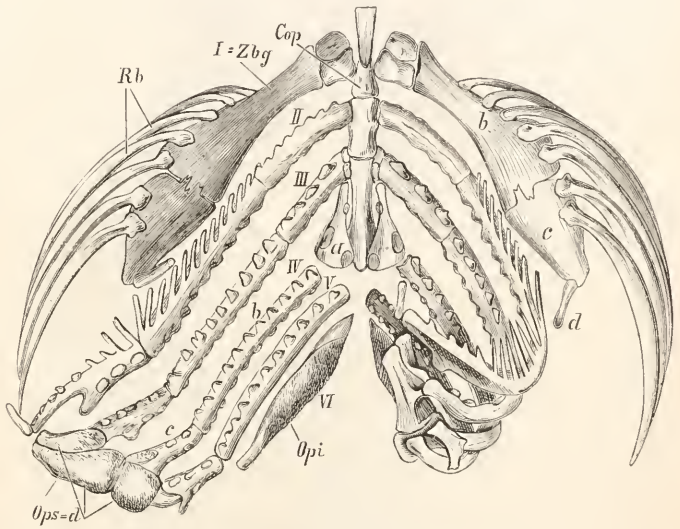
Von den beiden Extremitätenpaaren [1]) befestigt sich die Brustflosse mittelst des Schultergürtels bei den Teleostiern am Schädel. Bei den Knorpelfischen tritt der Schultergürtel als einfaches knorpeliges Bogenstück auf, welches mit dem der anderen Seite in der Mittellinie ventralwärts verbunden

[1]) Vergl. C. Gegenbaur, Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere, 2. Heft. Leipzig, 1865. Derselbe, Ueber das Skelet der Gliedmassen. Jen. naturwissensch. Zeitsch., Tom. V.

bleibt. Schon unter den *Knorpelganoiden* wird diese primäre Form des Schultergürtels durch aufgelagerte Hautknochen (*Clavicularе*) in die secundäre übergeführt, wie sie die *Teleostier* charakterisirt. (Fig. 724.) Dazu kommen Ossificationen, welche im Knorpel selbst entstehen und die als *Scapulare* und *Coracoideum*, beziehungsweise *Procoracoideum* bezeichneten Stücke liefern.

Das dem Schultergürtel eingefügte Flossenskelet erscheint von der als „*Archipterygium*“ benannten Flossenform ableitbar, welche noch bei *Ceratodus* als eine beiderseits mit gegliederten Seitenstrahlen (*Radien*) besetzte Achsenreihe von Knorpelstücken persistirt. Während bei den Selachiern das Flossenskelet durch die mächtig entfaltete laterale Radienreihe hergestellt wird, erscheint bei den Ganoiden und Teleostiern dieses primäre Skelet zu nur wenigen Stücken reducirt und durch von Hautossificationen aus entstandene Flossenstrahlen ersetzt.

Fig. 725.

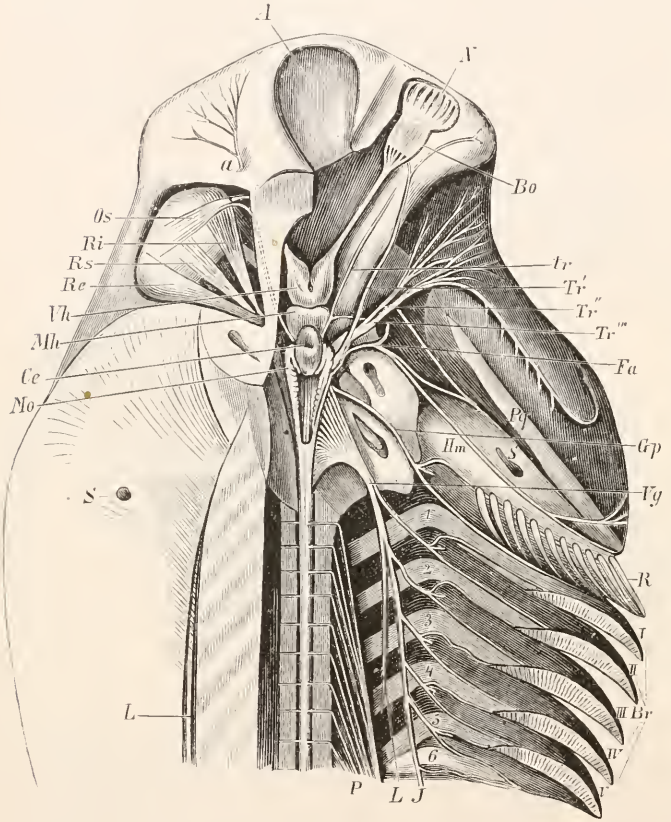


Zungenbein und Kiemenbogen von *Perca fluviatilis* (règne animal). *I* (*Zbg*) Zungenbeinbogen, *II—V* Kiemenbogen. *a*, *b*, *c*, *d* Glieder derselben, die obersten Stücke sind die Ossa pharyngealia superiora (*Ops*), *VI* (*Opi*) die unteren Schlundknochen (O. pharyngealia inferiora). *Cop* Copulae, *Rb* Radii branchiosteg.

Das *Nervensystem* (Fig. 726) zeigt die niedersten und einfachsten Verhältnisse in der ganzen Classe. Im Allgemeinen bleibt das Gehirn klein und bildet mehrere hintereinander liegende Anschwellungen, von denen die kleinen vorderen als *lobi olfactorii* in den Geruchsnerven übergehen. Die grösseren Vorderlappen entsprechen den *Hemisphären*, die mittleren kugeligen Anschwellungen dem Lobus des *dritten Ventrikels* im Vereine mit den *Corpora quadrigemina*. Nach vorne entsendet dieser Gehirntheil die Sehnerven, während an seiner unteren Fläche vom Boden des dritten Ventrikels der Hirnanhang (*Hypophysis*) mit dem *Infundibulum* entspringt. Der hintere Abschnitt entspricht dem kleinen Gehirn, welches als eine sehr verschieden entwickelte Querbrücke den vorderen Theil des vierten Ventrikels bedeckt, und der *Medulla oblongata*. Oft entwickeln sich an diesem Theile seitliche Anschwellungen, sogenannte *lobi posteriores*, bei den Stören und Haien am Ursprung des *Trigeminus* als *lobi nervi trigemini*, bei *Torpedo* als grosse, die vierte Hirnhöhle überragende *lobi electrici*. Ein gesondertes Eingeweidenervensystem fehlt nur bei

den *Cyclostomen*, wo dasselbe durch den *Vagus*, sowie durch Fasern der Spinalnerven vertreten wird. Das Rückenmark, welches an Masse das Gehirn bedeutend überwiegt, erstreckt sich ziemlich gleichmässig, meist ohne Bildung einer sogenannten *Cauda equina*, durch den ganzen Rückengratscanal und bildet in einigen Fällen (*Trigla*, *Orthagoriscus*) an seinem vorderen Abschnitte dem Ursprunge der Spinalnerven entsprechende paarige oder unpaare Anschwellungen.

Fig. 726.



Gehirn und vorderer Theil des Rückenmarkes mit den austretenden Nerven von *Hexanchus griseus*, nach Gegenbaur. Rechterseits sind die Nerven frei präparirt; das rechte Auge ist entfernt. *A* Vordere Schädellücke, *N* Nasenkapsel, *Vh* Vorderhirn, *Mh* Mittelhirn, *Ce* Cerebellum, *Mo* Medulla oblongata, *Bo* Bulbus olfactorius, *tr* Trochlearis, *Tr'* erster Ast des Trigeminus, *a* Endzweig desselben auf der Ethmoidalregion, *Tr''* zweiter Ast, *Tr'''* dritter Ast, *Fa* Fascialis, *Gp* Glossopharyngeus, *Vg* Vagus, *L* Ramus lateralis, *J* Ramus intestinalis, *Os* Musculus obliquus oc. sup., *Ri* M. rectus internus, *Re* M. rectus externus, *Rs* M. rectus superior, *S* Spritzloch, *Pq* Palatoquadratum, *Hm* Hyomandibulare, *R* Kiemenhautstrahlen, *I—VI* Kiementaschen, *1—6* Kiemenbogen, *Br* Kiemen, *P* Spinalnerven.

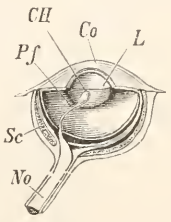
Die Augen, selten unter der Haut und den Muskeln verborgen (*Myxine* und *Petromyzon*larven, sowie *Amblyopsis*), bei *Amphioxus* durch einen dem Nervencentrum anliegenden Pigmentflecken vertreten, charakterisiren sich durch eine überaus flache *Cornea* und eine grosse, fast kugelrunde Krystalllinse, die mit ihrer vorderen Fläche aus der Pupille weit hervorragt. (Fig. 727.) Als eigenthümliche Bildungen des Fischauges sind ferner die sogenannte *Chorioidealdrüse*, ein meist an der Eintrittstelle des Sehnerven sich erhebender gefässreicher Körper (Wundernetz), sowie die als *Processus falciformis* die Retina durchsetzende Chorioidealfalte mit der an der Linse befestigten *Campanula Halleri* hervorzuheben.

Das *Gehörorgan*[1]) (nur bei *Amphioxus* vermisst) reducirt sich auf das Labyrinth (Fig. 715, *I*) und liegt bei *Knochenfischen*, *Ganoiden* und *Chimaeren* zum Theil frei in der Schädelhöhle, vom Fettgewebe umgeben. Bemerkenswerth ist die Verbindung, welche bei den *Cyprinoiden*, *Characinen*, *Siluroiden* u. a. zwischen Labyrinth und Schwimmblase durch eine Reihe von Knöchelchen hergestellt wird.

Das *Geruchsorgan* erscheint bei den Cyclostomen als einfacher Schlauch mit unpaarer medianer Oeffnung, der bei den *Myxinoiden* auch den Gaumen durchbohrt. Alle übrigen Fische besitzen doppelte, und zwar mit Ausnahme der *Dipnoer* blindgeschlossene Nasenhöhlungen, deren innere Oberfläche durch Faltenbildungen der Schleimhaut beträchtlich vergrössert wird.

Weniger scheint der *Geschmackssinn* entwickelt zu sein, als dessen Sitz der nervenreiche Theil des weichen Gaumens und überhaupt der Mundhöhle (Geschmacksbecher) anzusehen ist. Zum Tasten mögen die Lippen und deren Anhänge, die häufig auftretenden „*Barteln*" dienen. Auch können abgelöste Strahlen der Brustflossen mit Rücksicht auf ihren Nervenreichthum als Tastorgane betrachtet werden (*Trigla*). Einen eigenthümlichen Sinn vermitteln die bereits besprochenen nervösen Einrichtungen der sogenannten Schleimcanäle.

Fig. 727.



Auge von *Esox lucius*, horizontaler Durchschnitt. *Co* Cornea, *L* Linse, *Pf* Processus falciformis, *CH* Campanula Halleri, *No* Nervus opticus, *Sc* Verknöcherungen der Sclerotica.

Als peripherische Adnexe des Nervensystems sind die *elektrischen* Organe (Zitterrochen, Zitteraal, Zitterwels, Nilhecht) sowie die Leuchtorgane zahlreicher Tiefseefische hervorzuheben.

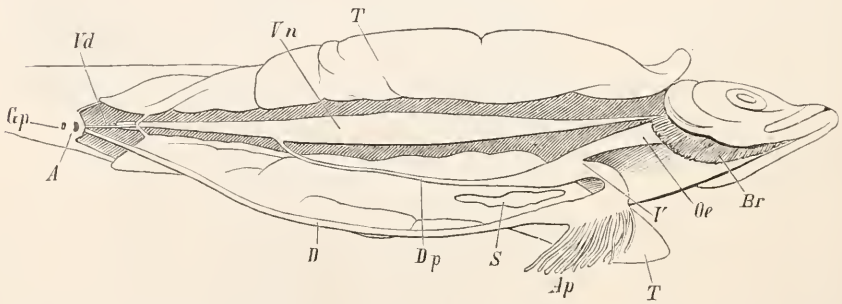
Die *Verdauungsorgane* zeigen eine überaus verschiedene Gestaltung. Der am Vorderende des Kopfes gelegene Mund stellt sich meist als Querspalte dar und kann zuweilen mittelst verschiebbarer Stielknochen des Zwischen- und Oberkiefers vorgestreckt werden (*Labroiden*). Die Rachenhöhle zeichnet sich durch ihre Weite und den Reichthum an Zähnen aus, die sich von den Papillen der Schleimhaut aus durch dentinoide Ossification entwickeln. Oft finden sich im Oberkieferapparate zwei parallele Bogenreihen von Zähnen, eine äussere im Zwischenkiefer und eine innere an den Gaumenbeinen, wozu noch eine mittlere unpaare Zahnreihe des Vomers hinzukommt. Dem Unterkiefer gehört nur eine Bogenreihe von Zähnen an. Auch am Zungenbein, am Oberkiefer und Parasphenoideum, sowie in der Regel auch an den Kiemenbögen und besonders an den oberen und unteren Schlundknochen können Zähne auftreten. Nach der Form unterscheidet man spitze kegelförmige *Fangzähne* (Kamm-, Bürsten-, Sammtzähne) und breite *Mahlzähne*.

Am Boden der Rachenhöhle kommt eine nur kleine, kaum bewegliche Zunge zur Entwicklung, während die Seitenwände von den Kiemenspalten

[1]) Vergl. E. H. Weber, De aure et auditu hominis et animalium. P. I.: De aure animalium aquatilium. Lipsiae, 1820. C. Hasse, Anatomische Studien. Heft 3: Das Gehörorgan der Fische. Leipzig, 1872. Vergl. ferner Retzius l. c.

durchbrochen werden. Es folgt dann eine meist kurze trichterförmige Speiseröhre und ein weiter Magenabschnitt, der sich häufig in einen ansehnlichen Blindsack auszieht. (Fig. 728.) Am Anfange des längeren, durch eine Klappe abgesetzten Mitteldarmes erheben sich nicht selten blinddarmförmige Anhänge (*Appendices pyloricae*), deren Bedeutung auf eine Vergrösserung der secernirenden Darmoberfläche zurückzuführen sein dürfte. Die Innenfläche des meist in mehrfachen Schlingen gewundenen Darmes zeichnet sich durch die Längsfalten der Schleimhaut aus, nur selten kommen wie bei den höheren Wirbelthieren Darmzotten vor; hingegen besitzt der hintere Darmabschnitt der *Selachier*, *Ganoiden* und *Dipnoer* eine eigenthümliche, schraubenförmig gewundene Längsfalte, die sogenannte Spiralklappe, welche zur Vergrösserung der resorbirenden Oberfläche wesentlich beiträgt. Ein Rectum ist keineswegs überall scharf gesondert und dann nur überaus kurz, bei den Selachiern mit einem blindsackartigen Anhang versehen. (Fig. 729 *Dv.*) Der After liegt in der Regel weit nach hinten und stets bauchständig vor der Mündung der Harn- und Ge-

Fig. 728.



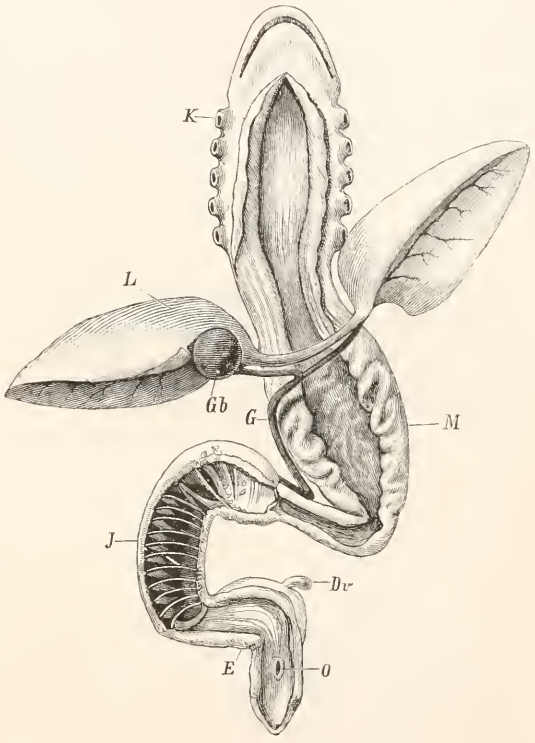
Darmcanal und Geschlechtsorgane von *Clupea Harengus*, nach Brandt. *Br* Kiemen, *Oe* Oesophagus, *V* Magen, *Ap* Appendices pyloricae, *D* Darm, *A* Afteröffnung, *Vn* Schwimmblase, *Dp* Luftgang, *S* Milz, *T* Hoden, *Vd* Ausführungsgang desselben, *Gp* Genitalporus.

schlechtsorgane, bei den Kehlflossern und einzelnen Knochenfischen ohne Bauchflossen rückt er jedoch auffallend weit nach vorne bis an die Kehle. Speicheldrüsen fehlen den Fischen, dagegen findet sich stets eine grosse, fettreiche, meist mit einer Gallenblase versehene Leber, sowie in der Regel auch eine Bauchspeicheldrüse, die aber keineswegs, wie man früher glaubte, durch die drüsigen Pylorusanhänge ersetzt wird.

Als Ausstülpung des Darmes entwickelt sich bei zahlreichen Fischen die Schwimmblase, ein Organ, welches morphologisch den Lungen entspricht. Dieselbe ist fast stets als ein unpaarer, selten (*Polypterus*) paariger, mit Luft gefüllter Sack, welcher an der Wirbelsäule über dem Darm liegt und ebenso häufig geschlossen, als durch einen *Luftgang* mit dem Lumen des Vorderdarmes in Communication steht (*Physostomi*). (Fig. 728.) Zuweilen erscheint die Schwimmblase durch eine quere Einschnürung in einen vorderen und hinteren Sack abgeschnürt (Karpfen) oder ist mit Ausstülpungen und Anhängen

versehen. Die Wandung derselben wird aus einer äusseren elastischen, zuweilen mit Muskeln belegten Haut und einer inneren Schleimhaut gebildet. Auch treten an der letzteren zuweilen drüsenartige Gebilde auf, welche auf die eingeschlossene Luftmenge einwirken mögen. Die Innenfläche ist meist glatt, in maschigen Vorsprüngen erhoben, welche zur Entstehung zelliger Hohlräume führen (*Ganoiden*). Im letzteren Falle kann sie zu einer wahren Lunge werden und als Respirationsorgan fungiren (*Lepidosteus, Dipnoi*). Von diesen Fällen abgesehen, erweist sich die Schwimmblase physiologisch als *hydrostatischer* Apparat, welcher im Wesentlichen die Aufgabe zu haben scheint, das specifische Gewicht des Fisches variabel zu machen und die rasche Verschiebung des Schwerpunktes zu erleichtern. Da, wo die Schwimmblase auftritt, muss der Fisch die Fähigkeit besitzen, theils durch die Muskeln ihrer Wand, theils mittelst der Rumpfmuskulatur die Blase zu comprimiren und den specifisch schwer gewordenen Körper zum Sinken zu bringen. Beim Nachlassen des Muskeldruckes wird sich die comprimirte Luft wieder ausdehnen und das specifische Gewicht herabsetzen; das Steigen des Fisches wird die Folge sein. Wirkt der Druck ungleichmässig auf die vordere und hintere Partie, so wird die specifisch schwerer gewordene Hälfte voransinken. Indessen scheint ein noch complicirteres, durch Bergmann[1]) näher beleuchtetes Verhältniss zu bestehen. Da nämlich das specifische Gewicht des Fisches mit dem des Wassers ziemlich übereinstimmt, bedarf es nur eines geringen Muskeldruckes, um den Fisch zum Sinken zu bringen. Da sich ferner das Wasser durch Druck nur wenig verdichtet, also in tieferen Schichten nahezu dasselbe specifische Gewicht behält wie an der Oberfläche, so ist die Grenze

Fig. 729.

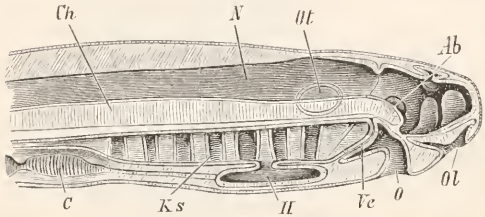


Darmapparat von *Torpedo*. *K* Kiemenlöcher, *M* Magen, *L* Leber, *Gb* Gallenblase, *G* Gallengang, *J* Darm mit Spiralklappe, *E* Enddarm, *Dv* drüsiges Divertikel, *O* Einmündung der Ovidnete.

[1]) Vergl. Bergmann und Leuckart, Anatom.-physiolog. Uebersicht des Thierreichs. Stuttgart, 1852.

der Tiefe nicht abzusehen, in welche der Fisch mit Hilfe einer geringen Compression der Luftblase gelangen müsste, zumal auch der Körper des Fisches dichter und specifisch schwerer wird. Das specifische Gewicht des Fisches muss sogar ungleich mehr zunehmen als die Dichtigkeit des Wassers, denn der Inhalt der Schwimmblase stellt ein Gasgemenge dar, welches in geradem Verhältnisse mit dem zunehmenden Drucke comprimirt wird. Demnach wird der Fisch beim Sinken in einen um so grösseren Kampf mit dem zunehmenden specifischen Gewicht seines Körpers gerathen, je grösser seine Schwimmblase im Verhältnisse zum Körper ist, und niemals so tief gehen dürfen, dass ihm der Einfluss seines eigenen Körpers auf die Compression der Luft, also die Fähigkeit der Abspannung verloren geht. Ebenso darf umgekehrt der aufsteigende Fisch nicht so hoch steigen, dass er bei der mechanisch erfolgenden Ausdehnung der Schwimmblase die Muskelwirkung aus seiner Gewalt verliert. Der Besitz der Schwimmblase bindet demnach den Fisch an gewisse Tiefen, innerhalb welcher ihm dieselbe beim Aufsteigen und Sinken vortreffliche Dienste leistet. Fische, die in sehr bedeutender Tiefe leben (Kilch im Bodensee), kommen todt mit dickem Bauche und hervorgetriebenem Schlunde an die Oberfläche.

Fig. 730.



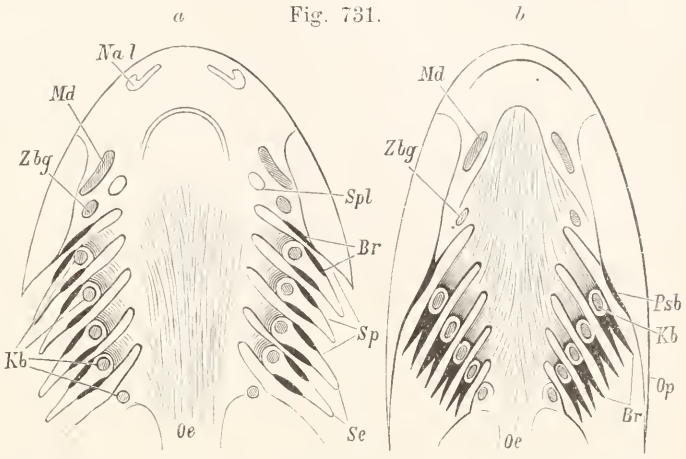
Schematischer Längsschnitt durch den Kopf einer *Petromyzon*-larve, nach Balfour. *N* Nervensystem, *Ch* Chorda dorsalis, *Ot* Gehörblase (als sichtbar dargestellt), *O* Mund, *Ve* Velum, *H* Schilddrüseneinstülpung, *Ks* Kiementaschen, *C* Herz, *Ab* Augenblase, *Ol* Riechgrube.

Die *Respiration* wird überall durch Kiemen vermittelt. Bei den *Cyclostomen* (Fig. 730), denen als Kiemenstützen fungirende Visceralbögen fehlen, sind 6 oder 7 Paare von Kiemenbeuteln vorhanden, welche die Kiemenblättchen tragen und entweder durch gesonderte innere Kiemengänge (*Myxine*) oder durch einen gemeinsamen, sämmtliche Kiemengänge aufnehmenden Canal (*Petromyzon*) in den Oesophagus münden. Zur Ableitung des Wassers dienen äussere Kiemengänge, welche entweder gesondert (*Petromyzon*) oder aber in einer gemeinsamen Oeffnung (*Myxine*) an den Seiten des Körpers ausmünden. In der Umgebung der äusseren Kiemengänge kommt ein Netzwerk von Knorpelstäben zur Entwicklung, welche sich zu einem förmlichen Korb im Umkreis des Kiemenbeutels vereinigen.

Bei den *Plagiostomen* (Fig. 731 *a*) finden sich sackförmige, durch seitliche Oeffnungen nach aussen führende Taschen oder Säcke, mit deren vorderen und hinteren, durch Knorpelstäbchen gestützten Wänden die Kiemenblättchen verwachsen sind. Die Wandungen dieser Kiemensäcke sind durch Scheidewände, welche sich zwischen den beiden Blättchenreihen eines jeden Bogens erheben, von einander abgegrenzt und auch noch durch ein äusseres Gerüst von Knorpelstäben gestützt. Bei den Selachiern sind es in der Regel 5 Paar Kiemensäcke, von denen der letzte nur an seiner Vorderwand eine Blättchen-

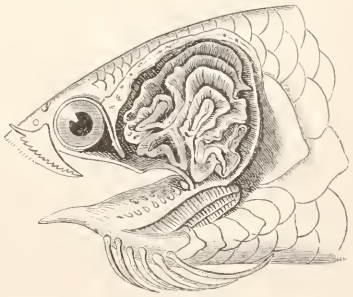
reihe (die hintere des vierten eigentlichen Branchialbogens) entwickelt, während der erste Sack ausser der vorderen Blättchenreihe des ersten Branchialbogens noch am Zungenbeinbogen eine der Nebenkieme der *Chimaeren* und *Ganoiden* entsprechende Kiemenblättchenreihe trägt. Indessen kommt zuweilen auch noch am Kieferbogen als Kiemenrest die *Pseudobranchie* des Spritzloches vor, deren Gefässe dem arteriellen Kreislaufe angehören und ein Wundernetz erzeugen. Bei den *Teleostiern* (Fig. 731 *b*) und *Ganoiden* sitzen die lanzettförmigen Blättchen in Doppelreihen den vier als Kiemenbögen fungirenden Visceralbögen auf und bilden jederseits vier kammförmige Kiemen, welche in einer geräumigen, von Kiemendeckel und Kiemenhaut überlagerten Kiemenhöhle liegen. Indessen finden sich auch an der Innenseite des Kiemendeckels Kiemenblättchen als *Nebenkiemen*, welche bei vielen *Ganoiden* und *Chimaera* auch als Kiemen fungiren, bei den *Teleostiern* aber die respiratorische Bedeutung verloren haben und als *Pseudobranchien des Kiemendeckels* unterschieden werden. Zwischen Kiemensäcken und kammförmigen, in einer Kiemenhöhle gelegenen Kiemen steht die Kiemenbildung der Chimaeren, bei denen die Scheidewand zwischen je zwei zu einer Kieme gehörigen Blättchenreihen nur bis zum distalen Ende dieser letzteren reicht, ohne mit dem Integument in Verbindung getreten zu sein, und eine die Kiemen überdeckende Hautfalte am Hinterrande des Hyomandibulare entspringt.

Fig. 731.



Horizontalschnitt durch die Kiemenhöhle mit Ansicht des Daches derselben, *a* eines Haies, *b* eines Telostiers, nach Gegenbaur, verändert. *Nal* Nasenloch, *Md* Mandibel, *Zbg* Zungenbeinbogen, *Kb* Kiemenbogen, *Oe* Oesophagus, *Spl* Spritzloch, *Br* Kiemen, *Sp* Kiemenspalten, *Se* Septa der Kiementaschen, *Psb* Pseudobranchie des Kiemendeckels (Kiemendeckelkieme), *Op* Kiemendeckel.

Fig. 732.

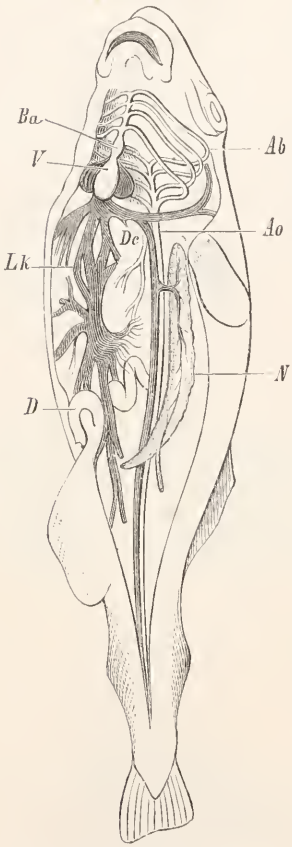


Kopf von *Anabas scandens* (règne animal) nach Abhebung des Kiemendeckels, um die geräumigen oberen Schlundknochen zu zeigen.

Aeussere, aus den Spalten der Kiemensäcke hervorragende Kiemen finden sich bei den Embryonen der *Plagiostomen*, ferner kommen 3 Paar rudimentärer äusserer Kiemen, ausser den hier vorhandenen inneren Kiemen bei *Protopterus annectens* vor.

Als accessorische Athmungsorgane sind Nebenräume der Kiemenhöhle zu betrachten, welche die respirirende Oberfläche durch Entwicklung eines Capillarnetzes vergrössern. Dieselben stellen entweder labyrinthförmige Höhlungen in den oberen Schlundknochen (*Labyrinthfische*) (Fig. 732) dar, oder sackförmige Ausstülpungen der Kiemenhöhlenschleimhaut (*Saccobranchus*, *Amphipnous*). Wahre, aus der Schwimmblase entstandene Lungen mit inneren zelligen Räumen, kurzer Luftröhre und Glottisartiger Einmündung in den Schlund kommen bei *Lepidosteus* und den *Dipnoern* vor (doch ist nach Hyrtl auch die Schwimmblase von *Gymnarchus* Lunge).

Fig. 733.



Kreislaufsorgane eines Knochenfisches, schematisch. *V* Ventrikel, *Ba* Bulbus arteriosus mit den Arterienbögen, welche das venöse Blut in die Kiemen führen, *Ab* Arterienbögen, *Ao* Aorta descendens, zu welcher die aus den Kiemen austretenden Epibranchialarterien zusammentreten, *N* Niere, *D* Darm, *Lk* Leberpfortaderkreislauf, *Dc* Ductus Cuvieri.

Der Kreislauf des rothen (bei *Amphioxus* und den *Leptocephaliden* weissen) Blutes geschieht innerhalb eines geschlossenen Gefässsystems, an welchem mit Ausnahme von *Amphioxus* ein muskulöser pulsirender Abschnitt als Herz auftritt. Dasselbe (Fig. 733) liegt weit vorne an der Kehle unter dem Kiemengerüst, von einem Herzbeutel umschlossen, dessen Innenraum bei den Plagiostomen, Chimaeren, Stören etc. mit der Leibeshöhle communicirt. Das Herz erscheint als einfaches venöses Kiemenherz, aus einem dünnwandigen weiten Vorhof und einer sehr kräftigen muskulösen Kammer zusammengesetzt, welche von jenem durch zwei Taschenklappen getrennt ist. Der Vorhof nimmt das aus dem Körper zurückkehrende venöse Blut auf, die Kammer führt dasselbe durch eine aufsteigende Aorta nach den Respirationsorganen. Die Aorta beginnt mit einer zwiebelartigen Anschwellung (*Bulbus arteriosus*), an deren Stelle bei den *Ganoiden*, *Plagiostomen*, *Dipnoern* eine selbständig pulsirende Herzabtheilung mit Reihen halbmondförmiger Klappen (*Conus arteriosus*) auftritt. Während die Fische mit einfachem, nicht muskulösem Aortenbulbus nur zwei Taschenklappen an dessen Ursprung aufzuweisen haben, besitzen die genannten Ordnungen meist 2 bis 4, selten 5 Reihen von je 3, 4 und zahlreichen Taschenklappen in dem Conus arteriosus. Die Aorta theilt sich in eine Anzahl paariger, den embryonalen Aortenbögen entsprechender Gefässbögen, welche als Kiemenarterien in die Kiemenbögen eintreten und Zweige zur Bildung der respiratorischen Capillarnetze an die Blättchen abgeben. (Fig. 81.) Aus den Capillar-

netzen gehen Gefässe hervor, welche an jedem Kiemenbogen zu einer grösseren Kiemenvene (Epibranchialarterie) zusammenfliessen. Letztere vereinigen sich, der Vertheilung der Kiemenarterien entsprechend, zur Bildung der grossen Körperarterie, *Aorta descendens*, lassen aber schon vorher, und zwar aus den Epibranchialarterien des oberen Bogens, die Gefässe des Kopfes hervorgehen. Die Anordnung der Hauptvenenstämme schliesst sich bei den Fischen am nächsten den embryonalen Verhältnissen an. Entsprechend den vier Cardinalvenen des Embryos führen zwei vordere (*Jugularvenen*) und zwei hintere *Cardinalvenen* das venöse Blut zurück, indem sich dieselben jederseits zu einem Quercanal (*Ductus Cuvieri*) vereinigen; letztere münden in einen hinter dem Atrium gelegenen *Sinus venosus* ein. Durch Einschiebung eines doppelten Pfortadersystems gestaltet sich jedoch der Lauf des zurückkehrenden venösen Blutes complicirter. Aus den Aesten der Caudalvene, die bei den Cyclostomen und Selachiern in beide Cardinalvenen, bei vielen Teleostiern nur in die rechte Cardinalvene übergeht, entwickelt sich der Pfortaderkreislauf für die Niere, aus welcher das Blut dann ebenfalls in die Cardinalvenen gelangt. Zum Pfortaderkreislauf der Leber dagegen wird das Venenblut des Darmes verwendet und durch eine einfache oder mehrfache Vene zwischen den beiden *Ductus Cuvieri* in den *Sinus venosus* geführt. Derartige Capillarsysteme müssen die Fortbewegung des Blutes bedeutend hindern, und so erklärt sich das Auftreten von sogenannten Nebenherzen an der Caudalvene des Aales und an der Pfortader von *Myxine*.

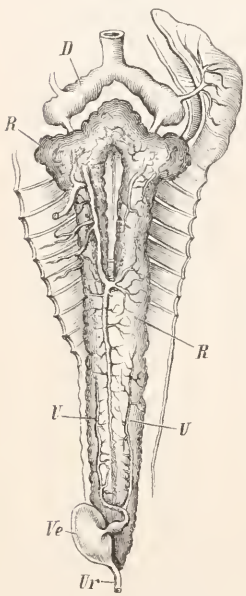
Der subintestale Venenstamm von *Amphioxus* kehrt auch am Embryo der Fische wieder, doch kommen alsbald noch die paarigen, zur Seite der Aorta gelegenen Längsvenenstämme des Rumpfes, die *Cardinalvenen*, hinzu. Am primitivsten ist das Verhältniss bei den *Cyclostomen*, wo bei *Petromyzon* die Subintestinalvene neben den Cardinalvenen erhalten bleibt. Bei den übrigen schwindet jene Vene, während sich aus der Vena caudalis als vena advehens ein Nierenpfortadersystem entwickelt, und die Cardinalvenen unsymmetrisch sich gestalten. Zudem kommt es bei den *Selachiern* zu einer durch die Einmündung der Genitalvenen am Vorderende der Nieren hergestellten Vereinigung der beiden hinteren Cardinalvenen, wie auch die paarigen an der Einmündung in den Sinus venosus sinuös angeschwollenen Lebervenen eine Verbindung mit den Cardinalvenen eingehen können. Dazu tritt die frühzeitige Complication durch den Dotterkreislauf, indem sich die Subintestinalvene auf dem Dottersacke fortsetzt und entweder als zuführendes Gefäss fungirt (Knochenfische), oder wie bei den Selachiern ein Ast der Aorta das zuführende Gefäss ist, und die abführende Dottervene hinter der Leber in die Subintestinalvene mündet.

Die Harnorgane der Fische (Fig. 734) sind paarige Nieren, welche sich längs des Rückgrates vom Kopfe bis zum Ende der Leibeshöhle erstrecken und zwei zu einem gemeinsamen Gang (meist unter Bildung einer Harnblase) sich vereinigende Harnleiter entsenden. Stets liegen Harnblase und Ausführungsgang derselben hinter dem Darmcanal. Jener mündet bei den meisten

Knochenfischen mit der Geschlechtsöffnung gemeinsam oder auf einer besonderen Papille hinter der Geschlechtsöffnung. Bei den *Plagiostomen* und *Dipnoern* dagegen kommt es zur Bildung einer Kloake, indem bei den ersteren Harnweg nebst Geschlechts-Ausführungsgängen in den erweiterten Endabschnitt des Darmrohres hinter dem Rectum einmünden, während bei den *Dipnoern* die getrennten Harnleiter seitlich in diesen Abschnitt eintreten.

Mit Ausnahme hermaphroditischer Formen wie *Serranus* und *Chrysophrys* (sowie Karpfenzwitter) sind die Fische getrennten Geschlechtes, nicht selten mit geringeren (*Tinca*, *Cobitis*) oder bedeutenderen (*Macropodus*) äusseren Geschlechtsunterschieden. Männliche und weibliche Zeugungsorgane verhalten sich jedoch nach Lage und Gestalt oft so übereinstimmend, dass die Untersuchung ihres Inhaltes zur Bestimmung des Geschlechtes erforderlich ist, zumal da meist auch äussere Geschlechtsunterschiede hinwegfallen. Die Ovarien erweisen sich als paarige (bei den Myxinoiden, sowie bei den Haien und verschiedenen Knochenfischen, wie *Perca*, *Blennius*, *Cobitis* unpaare) bandartige Säcke, welche unterhalb der Nieren zu den Seiten des Darmes gelegen sind. Die Eier entstehen an der inneren quergefalteten Ovarialwandung in geschlossenen Follikeln, in denen sie eine dicke Eikapsel (mit Poren und Mikropyle) erhalten, und gelangen in den inneren Hohlraum der zur Fortpflanzungszeit mächtig anschwellenden Säcke. Dagegen besitzen die mit Ausnahme der Cyclostomen überall paarigen Hoden eine aus Quercanälchen oder blasigen Räumen zusammengesetzte Structur. Im einfachsten Falle entbehren Hoden und Ovarien besonderer Ausführungsgänge; es gelangen dann die Geschlechtsstoffe nach Dehiscenz der Drüsenwand in den Leibesraum und von hier durch einen hinter dem After befindlichen Genitalporus nach aussen (bei den Rundmäulern, weiblichen Aalen und weiblichen Lachsen). Weit häufiger treten indessen Ausführungsgänge hinzu, sei es wie bei Knochenfischen als unmittelbare Fortsetzungen der Geschlechtsdrüsen, sei es wie bei den Ganoiden, weiblichen Plagiostomen und Dipnoern als selbständige, mit trichterförmiger Oeffnung frei beginnende Canäle (Müller'sche Gänge). Bei den Knochenfischen vereinigen sich sowohl die beiden Eileiter als Samenleiter zu einem unpaaren Gange, der sich zwischen After und Mündung des Harnweges auf der Urogenitalpapille nach aussen öffnet; bei den Ganoiden dagegen, sowie bei den Plagiostomen und Dipnoern kommt es zur Bildung einer gemeinsamen Kloake. Aeussere accessorische Begattungsorgane finden sich nur bei den männlichen Selachiern als lange durchfurchte Knorpelanhänge der Bauchflossen.

Fig. 734.



Nieren von *Salmo fario*, nach Hyrtl. *R* Nieren, *U* Ureter, *Ve* Harnblasen-artige Erweiterung, *Ur* Ausführungsgang derselben, *D* Ductus Cuvieri.

Die meisten Fische sind Eier legend, nur wenige Teleostier, wie z. B. *Anableps*, *Zoarces*, die *Cyprinodonten* u. a., sowie ein grosser Theil der *Haie* gebären lebendige Junge, welche meist in einem erweiterten, als Uterus fungirenden Abschnitte der Eileiter die embryonale Entwicklung durchlaufen. Meist tritt die Fortpflanzung nur einmal im Jahre, am häufigsten im Frühjahr ein, seltener im Sommer, ausnahmsweise wie bei vielen Salmoniden, im Winter. Nicht selten treten zur Laichzeit Farbenveränderungen und Hautwucherungen, besonders beim männlichen Thiere auf (Hochzeitskleid). Beide Geschlechter sammeln sich dann oft in grösseren Schaaren, suchen seichte Brutplätze in der Nähe der Flussufer oder am Meeresstrande auf (Häringe); einige unternehmen ausgedehntere Wanderungen, durchstreifen in grossen Zügen weite Strecken an den Küsten des Meeres (*Thunfische*) oder steigen aus dem Meere in die Flussmündungen auf und ziehen mit Ueberwindung grosser Hindernisse (Salmsprünge) stromaufwärts bis in die kleineren Nebenflüsse (*Lachse*, *Maifische*, *Störe* etc.), wo sie an geschützten und nahrungsreichen Orten ihre Eier ablegen. Umgekehrt wandern die Aale zur Fortpflanzungszeit aus den Flüssen in das Meer, aus welchem im nächsten Frühjahre die Aalbrut zu Milliarden in die Mündungen der süssen Gewässer eintritt und stromaufwärts zieht. Die Befruchtung des abgesetzten Laiches im Wasser kann als Regel gelten (daher die Möglichkeit künstlicher Befruchtung und Piscicultur). Indessen findet bei den lebendig gebärenden Fischen, sowie bei den Rochen, Chimaeren und Hundshaien, welche sehr grosse, von einer hornigen Schale umschlossene Eier legen, eine wahre Begattung und innere Befruchtung des Eies statt. In wenigen Ausnahmsfällen zeigen merkwürdigerweise die Männchen eine Brutpflege (*Hippocampus*, *Cottus*, *Gasterosteus*).

Die *Embryonalentwicklung* der Fische unterscheidet sich von der Entwicklung der höheren Wirbelthiere hauptsächlich dadurch, dass die Bildung von *Amnion* und *Allantois* unterbleibt. Sowohl die kleineren, mit Mikropyle versehenen Eier der Knochenfische, als die grossen, von einer harten Hornschale umhüllten Eier der Plagiostomen enthalten eine reiche Menge Nahrungsdotter und erfahren eine partielle Furchung, erstere mit aequaler, letztere mit inaequaler Furchung. Abweichend verhalten sich die Eier des *Amphioxus* und der Cyclostomen. Im Allgemeinen verlassen die jungen Fische ziemlich frühzeitig die Eihüllen, mit mehr oder minder deutlichen Resten des bereits vollständig in die Leibeswandung aufgenommenen, aber bruchsackartig vortretenden Dottersackes. Obwohl die Körperform der ausgeschlüpften Jungen von der des ausgebildeten Thieres wesentlich abweicht, fällt doch, von wenigen Ausnahmen abgesehen, eine wahre Metamorphose hinweg.

Der grösste Theil der Fische lebt in der See, und zwar nimmt die Zahl der Gattungen und Arten mit der Annäherung an den Aequator zu. Uebrigens erscheint der Aufenthalt im süssen oder salzigen Wasser keineswegs für alle Fälle ein exclusiver. Viele, wie die Plagiostomen, sind allerdings fast durchwegs auf das Meer, andere, wie die Cyprinoiden und Esociden, auf die süssen

Gewässer beschränkt, indessen gibt es auch Fische, welche periodisch, namentlich zur Laichzeit, in ihrem Aufenthalte wechseln. Einige Fische leben in unterirdischen Gewässern und sind wie die Höhlenbewohner blind (*Amblyopsis spelaeus*). Ausserhalb des Wassers sind nur wenige Fische längere Zeit im Stande zu leben, im Allgemeinen sterben die Fische im Trockenen um so rascher ab, je weiter ihre Kiemenspalte ist. Fische mit enger Kiemenspalte (Aale) besitzen ausserhalb des Wassers eine ungewöhnliche Lebenszähigkeit. Nach Hancock soll eine *Doras*-Art in grossen Schaaren über den Erdboden hin aus einem Gewässer in das andere wandern. Am längsten vermögen, von den *Dipnoern* abgesehen, einige ostindische Süsswasserfische, deren labyrinthförmig ausgehöhlte obere Schlundknochen ein vielzelliges Wasserreservoir darstellen, im Trockenen zu leben (*Anabas scandens*). Selbst fliegende Fische fehlen nicht (*Exocoetus*, *Dactylopterus*). Auch gibt es zahlreiche Tiefseebewohner.

Durch das ausgedehnte Vorkommen fossiler Fischreste in allen geologischen Perioden erhalten die Fische für die Kenntniss der Entwicklungsgeschichte des Thierlebens auf der Erde eine hohe Bedeutung. In palaeozoischen Formationen bilden höchst absonderliche Fischgestalten, wie die der *Cephalaspiden* (*Cephalaspis*, *Coccosteus*, *Pterichthys*), die ältesten Repräsentanten der Wirbelthiere. Von hier an finden sich bis zur Kreide fast ausschliesslich Knorpelfische und Ganoiden, unter denen die Formen mit persistenter Chorda und knorpeligem Schädel vorwiegen. Erst im Jura treten Ganoiden mit ausgebildeterem knöchernen Skelet, runden Schuppen und äusserlich homocerker Schwanzflosse, ebenso auch die ersten Knochenfische auf. Von der Kreide an nehmen die Knochenfische in den jüngeren Formationen an Reichthum und Mannigfaltigkeit der Formen um so mehr zu, je mehr man sich der jetzigen Fauna nähert.

1. Ordnung. **Leptocardii**[1]) **(Acrania), Röhrenherzen.**

Lanzettförmig, ohne Brust- und Bauchflossen, mit persistirender Chorda, ohne Schädelkapsel, mit pulsirenden Gefässstämmen und farblosem Blute.

Der lanzettförmige Leib des (von Pallas für eine Nacktschnecke gehaltenen) *Amphioxus* (Fig. 735) wird ungefähr 2 Zoll lang und ist mit einem dorsalen und analen, aber strahlenlosen Flossensaum besetzt, welcher sich continuirlich in die lanzettförmige Schwanzflosse fortsetzt. An Stelle der

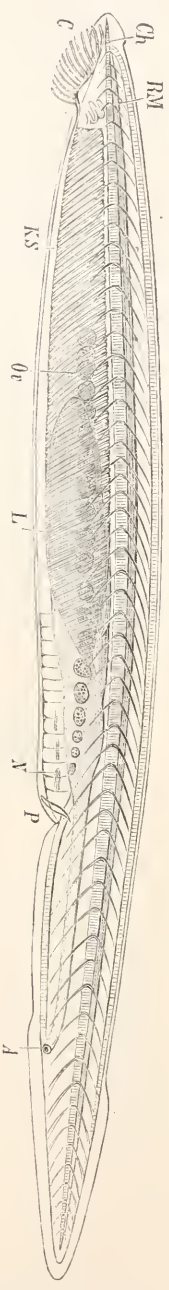
[1]) Joh. Müller, Ueber den Bau und die Lebenserscheinungen des Branchiostoma lubricum (Amphioxus lanceolatus). Abhandl. der Berliner Akad., 1842. Kowalevski, Entwicklungsgeschichte von Amphioxus lanceolatus. St. Petersburg, 1867. Derselbe, Weitere Studien etc. Arch. für mikrosk. Anatomie, Tom. XIII. W. Rolph, Untersuchungen über den Bau des Amphioxus lanceolatus. Morph. Jahrb., Tom. II, 1876. P. Langerhans, Zur Anatomie des Amphioxus lanceolatus. Archiv für mikrosk. Anatomie, Tom. XII. B. Hatschek, Studien über die Entwicklung des Amphioxus. Arbeiten aus dem zool. Institute in Wien, Tom. IV, 1881. Derselbe, Mittheilungen über Amphioxus. Zool. Anz., VII. Jahrg., 1884.

Wirbelsäule persistirt die mächtige Chorda, an deren Dorsalseite das Rückenmark verläuft, dessen vorderer wenig angeschwollener Abschnitt die Anlage des Gehirns bezeichnet. Auch fehlt eine dem Schädel entsprechende Kapsel. Von Sinnesorganen findet sich ein rudimentäres Auge als unpaarer, am Vorderende des Nervencentrums in die Nervenmasse eingelagerter Pigmentkörper. Ein als Geruchs- und Geschmacksorgan gedeutetes Sinnesorgan besteht aus einer von Sinneszellen gebildeten Grube, welche durch ein trichterförmiges Wimperorgan dorsal in die Mundhöhle einmündet. Gehörorgane fehlen. Die links gelegene kleine, als Riechgrube bezeichnete Vertiefung ist eine Epitheleinsenkung im Umkreise der persistirenden vorderen Oeffnung des Medullarrohres.

Die kieferlose Mundöffnung ist eine längliche, von einem hufeisenförmigen und gegliederten, wimpernde Cirren tragenden Knorpel gestützte Spalte und führt in einen langen geräumigen Sack, welcher, von zahlreichen seitlichen Spalten durchbrochen, die Respiration besorgt. Am Eingange desselben liegen zwei Schlundsegel und jederseits drei fingerförmige vorspringende Wimperwülste. Die seitlich durch schräg verlaufende Stäbchen gestützte Wandung bildet über den Stäbchen nach innen vorspringende blattförmige Kiemenfalten, zwischen welchen Spaltöffnungen zum Abfliessen des Wassers in einen oberflächlichen (erst secundär durch das Ueberwachsen einer Hautduplicatur erzeugten), mittelst Porus an der Bauchseite ausmündenden Raum frei bleiben. Am hinteren Ende dieses Schlund- und Kiemensackes beginnt das Darmrohr, welches sich in gerader Richtung bis zum Schwanze fortsetzt und durch einen etwas seitlich gelegenen After ausmündet. Dasselbe sondert sich in zwei Abschnitte, von denen der vordere rechtsseitig einen Leberblindsack bildet.

Das *Gefässsystem* entbehrt eines selbständigen Herzens, an dessen Stelle die grösseren Blutgefässstämme pulsiren. Die Anordnung der Gefässe gestattet einen Vergleich mit dem Gefässapparate von Wirbellosen (Gliederwürmern) und entspricht zugleich in einfachster Form dem Typus der Vertebraten. Ein unterhalb des Athemsackes verlaufender Längsstamm entsendet zahlreiche an ihrem Ursprunge contractile Gefässe zu den Kiemen. Die vorderste dieser Arterien ist bloss rechterseits vorhanden und setzt sich unterhalb der Chorda zum Anfange der auch die nachfolgenden Kiemenarterien aufnehmenden Aorta fort. Das venöse, aus den Organen zurückfliessende Blut tritt in ein oberhalb des Leber-

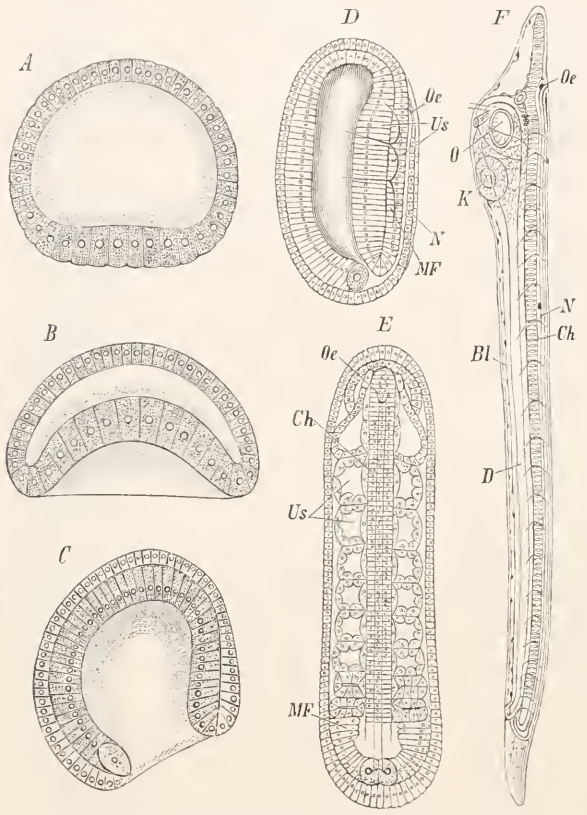
Fig. 735.



Amphioxus lanceolatus. *C* Mundcirren, *KS* Kiemen, *L* Leber, *A* Afteröffnung, *N* die als Nieren gedeuteten Längswülste, *P* Porus des Kiemensackes, *Ov* Ovarien, *Ch* Chorda, *RM* Rückenmark.

blindsackes gelegenes Gefäss ein, welches zu dem subbranchialen Längsstamm wird. Das aus dem Darmcanal strömende Blut sammelt sich in einem Gefäss (Lebervene), welches sich jedoch an dem Leberblindsack in feine Verzweigungen auflöst. Erst ein zweites contractiles Blutgefäss (Hohlvene) nimmt das Blut aus jenen Verzweigungen wieder auf und führt es in den subbranchialen Längsstamm zurück. Die Blutkörperchen sind farblos.

Fig. 736.



Entwicklungsgeschichte von *Amphioxus*, nach B. Hatschek. *A* Blastosphaera. *B* Beginn der Einstülpung des Entoderms (Gastrula). *C* Späteres Gastrulastadium (die Geisseln der Ectodermzellen sind durch Verseben weggeblieben). *D* Stadium mit zwei Ursegmenten, im optischen Längsschnitt. *Us* Ursegmente, *MF* Mesodermfalte, *N* Nervenrohr, *Oe* Oeffnung desselben nach aussen. *E* Stadium mit neun Ursegmenten, vom Rücken gesehen, um die Asymmetrie in den Urwirbeln zu zeigen, die Chorda (*Ch*) im Durchschnitt gezeichnet. *F* Larve mit Mund (*O*) und erster Kiemenspalte (*K*), von der linken Seite gesehen, *D* Darm, *Bl* ventrales Blutgefäss.

Die Geschlechtsorgane reduciren sich in beiden Geschlechtern auf ähnlich gestaltete, in regelmässigen segmentalen Anschwellungen aufgetriebene Hoden und Ovarien, welche rechts und links in ganzer Länge des Kiemensackes (in Fortsätzen der Leibeshöhle) sich erstrecken. Die Geschlechtsproducte gelangen von hier aus in die Kiemenhöhle und durch den Mund nach aussen.

Als Nieren deutet man eigenthümliche Einfaltungen, welche das in Längswülsten vorspringende Kiemenhöhlenepithel eine kurze Strecke vor dem Porus bildet. Ein der Niere der übrigen Vertebraten homologes Organ findet sich linkerseits ventral von der Chorda. Dasselbe besteht aus einem Trichter mit Canal, der sich im ersten Metamer anlegt und in den Kiemendarm zu münden scheint.

Die Eier durchlaufen eine totale Furchung. Die Furchungszellen bilden eine Keimblase, welche sich durch Einstülpung zu einer mit Wimpern bekleideten Gastrulalarve umgestaltet. Durch seitliche Falten des Entoderms entsteht das Mesoderm, an dem alsbald die Gliederung in Urwirbel auftritt, während sich gleichzeitig aus dem Ectoderm das hinten mit dem Darmrohre communicirende, vorne frei sich öffnende Nervenrohr entwickelt. Später erfolgt die

Anlage der Chorda vom Entoderm aus. (Fig. 736.) Die in das Larvenleben fallenden Veränderungen werden durch eine bedeutende Verlängerung des Leibes eingeleitet. In der weiteren Entwicklung der Larve tritt eine auffallende Asymmetrie (für Urwirbel, Mund, vordere Kiemenspalte, After, sogenanntes Riechorgan) hervor. Der anfangs frei liegende Kiemenapparat wird erst später durch eine Hautduplicatur, durch welche die Bildung der Kiemenhöhle erfolgt, überwuchert.

Die einzige Gattung der Leptocardier ist *Amphioxus* Yarrel (*Branchiostoma* Costa) mit einer einzigen, an sandigen Küstenstellen der Nordsee, des Mittelmeeres und Südamerikas verbreiteten Art. *A. lanceolatus* Yarrel, Lanzettfisch. Die als *A. Belcheri* Gray, Indisches Meer, *A. elongatus* Sundev. beschriebenen Formen gehören wahrscheinlich zu derselben Art.

2. Ordnung. **Cyclostomi**[1]) **(Marsipobranchi), Rundmäuler.**

Wurmförmige Fische ohne Brust- und Bauchflossen, mit Knorpelskelet und persistirender Chorda, mit 6 oder 7 Paaren von beutelförmigen Kiemen, mit unpaarer Nase und mit kreis- oder halbkreisförmigem kieferlosen Saugmund.

Die Leibesform dieser Fische ist cylindrisch wurmförmig. (Fig. 737.) Die Haut bleibt schuppenlos. Paarige Flossen fehlen, dagegen ist das System der unpaaren Flossen über die ganze Rücken- und Schwanzlänge entwickelt und meist durch knorpelige Strahlen gestützt. Das Skelet erscheint auf eine knor-

Fig. 737.

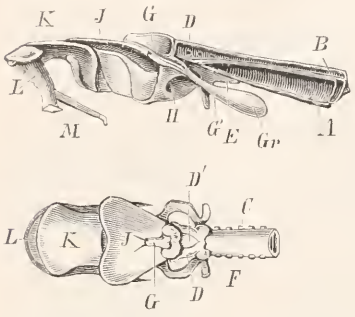
Myxine glutinosa (règne animal).

pelige Anlage der Wirbelsäule und des Schädels beschränkt. Als Achsenskelet persistirt die Chorda, deren Scheide eine feste fibröse Beschaffenheit besitzt, während in dem skeletogenen Gewebe, metamerisch den Muskelsegmenten entsprechend sich wiederholende knorpelige Einlagerungen die Gliederung des Skeletes vorbereiten und in Form von Knorpelleisten als Rudimente von oberen und in der Schwanzgegend (*Petromyzon*) von unteren Wirbelbogen auftreten. Am vorderen Theile der Chorda tritt bereits eine das Gehirn umschliessende knorpelig häutige Schädelkapsel auf mit knochenharter Schädelbasis und seitlichen Knorpelblasen, in welchen das Gehörorgan liegt. (Fig. 738.) An Stelle

[1]) Joh. Müller, Vergleichende Anatomie der Myxinoiden. Berlin, 1835—1845. A. E. Shipley, On some points in the development of Petromyzon fluviatilis. Quart. Journ. Bd. 27. 1887. A. Goette, Entwicklungsgeschichte des Flussneunauges. I. Th. Hamburg und Leipzig, 1890. Max Schultze, Die Entwicklungsgeschichte von Petromyzon Planeri. Haarlem, 1856. P. Langerhans, Untersuchungen über Petromyzon Planeri. Freiburg, 1873. W. Müller, Ueber das Urogenitalsystem des Amphioxus und der Cyclostomen. Jen. naturwiss. Zeitschr., Tom. IX, 1875. A. Schneider, Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Wirbelthiere. Berlin, 1879. Calberla, Zur Entwicklung des Medullarrohrs und der Chorda etc. Morph. Jahrb., Tom. III, 1877.

des fehlenden Visceralskeletes finden sich knorpelige, den Gaumen und Schlund umgebende Leisten, verschiedene Lippenknorpel und ein complicirtes Gerüst von Knorpelstäben, welche in der Umgebung der Kiemensäcke den sogenannten Brustkorb bilden und zum Theil sich an der Wirbelsäule anheften.

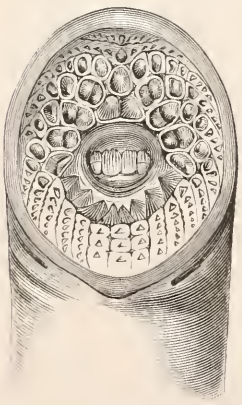
Fig. 738.



Schädel und Anfang der Wirbelsäule von *Petromyzon marinus*, nach Joh. Müller, *a* im Medianschnitt, *b* in der Ansicht von oben. *A* Chorda, *B* Rückgratcanal, *C* Rudimente von Wirbelbögen, *D* knorpeliger Theil des Schädelgewölbes, *D'* häutiger Theil des Schädelgewölbes, *E* Schädelbasis, *F* Gehörkapsel, *G* Nasenkapsel, *G'* Nasengaumengang, *Gr* blindes Ende desselben, *H* Fortsatz des knöchernen Ganmens, *J* hintere Deckplatte des Mundes, *K* vordere Deckplatte, *L* Lippenring, *M* stielförmiger Anhang desselben.

Die Rundmäuler besitzen bereits ein dem Fischtypus entsprechendes Gehirn mit den drei Hauptsinnesnerven und einer reducirten Zahl spinalartiger Nerven. Stets sind zwei Augen vorhanden, doch können dieselben unter der Haut und selbst von Muskeln bedeckt äusserlich verborgen bleiben (*Myxine*, *Petromyzon*-larve). Das Geruchsorgan ist ein unpaarer Sack und beginnt mit einer medianen Oeffnung zwischen den Augen. Bei den Myxinoiden besitzt die Nasenkapsel auch eine hintere Oeffnung, welche den Gaumen durchbohrt und durch eine Klappenvorrichtung geschlossen werden kann. Diese Communication der Nasen- und Rachenhöhle dient zur Einführung des Wassers in die Kiemensäcke, da die Mundöffnung beim Festsaugen für den Durchgang des Wassers verschlossen bleibt. Das Gehörorgan reducirt sich auf ein einfaches häutiges Labyrinth, welches das Vestibulum und ein oder zwei Bogengänge enthält. Die von fleischigen Lippen und oft von Bartfäden umgebene Mundöffnung ist kreisförmig, wenngleich sich die Lippen zu einer medianen Längsspalte zusammenlegen können. Dieselbe führt in eine trichterförmige kieferlose Mundhöhle, die an dem weichen Gaumen, sowie am Boden mit Hornzähnen bewaffnet ist. (Fig. 739.) Im Grunde des Trichters liegt die Zunge, welche durch stempelartige Bewegungen zum Festsaugen dient. Der aus der Mundhöhle hervorgehende Schlund communicirt entweder direct oder durch einen besonderen Gang mit den Kiemenräumen (*Petromyzon*). Der Darmcanal verläuft in gerader Richtung zum After und grenzt sich durch eine engere, klappenartig vorspringende Stelle in Magen und Darm ab. Die Leber ist überall wohl entwickelt. Eine Schwimmblase fehlt.

Fig. 739.



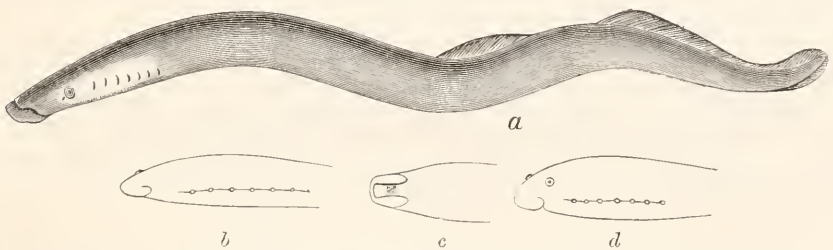
Kopf von *Petromyzon marinus*, von unten gesehen, um die Hornzähne der Mundhöhle zu zeigen, nach Heckel und Kner.

Die Kiemen (Fig. 730) liegen zu den Seiten des Oesophagus in 6 oder 7 Paaren von Kiemenbeuteln festgewachsen. Diese öffnen sich einerseits durch äussere Kiemengänge in ebensoviel getrennten Athem-

löchern nach aussen. Bei *Myxine* hingegen ist jederseits nahe am Bauche nur eine Oeffnung vorhanden, zu welcher sich die äusseren Kiemengänge vereinigen. Andererseits communiciren die Säcke mit dem Oesophagus, aber, von *Ammocoetes* abgesehen, niemals direct durch einfache Oeffnungen, sondern durch innere Kiemengänge oder — wie bei *Petromyzon* — durch einen gemeinsamen, unter der Speiseröhre liegenden Gang. Das Wasser strömt von aussen durch die äusseren Kiemenöffnungen oder bei *Myxine* durch den Nasengang ein und fliesst, wenn die Constrictoren der Kiemensäcke wirken, entweder auf jenem ersteren Wege wieder ab (*Petromyzon*) oder durch einen besonderen unpaaren Canal der linken Seite nach aussen.

Das *Herz* liegt unter und hinter dem Kiemenkorb, nach der Körperseite hin von einer Verlängerung desselben umlagert. Auch einzelne Gefässstämme können pulsiren, so wenigstens bei *Myxine* die Pfortader. Der Aortenbulbus entbehrt des Muskelbelages und enthält wie bei den Knochenfischen nur zwei Klappen.

Fig. 740.



a Petromyzon fluviatilis, nach Heckel und Kner. *b*, *c*, *d* Zur Verwandlung des *Ammocoetes branchialis* in *Petromyzon Planeri*, nach v. Siebold. *b* Kopfende einer augenlosen Larve, von der Seite gesehen, *c* dasselbe von unten gesehen, *d* späteres Stadium mit kleinen Augen, in der Seitenansicht.

Die Harn- und Geschlechtsorgane besitzen einen einfachen Bau. Die Nieren zeigen bei *Myxine* ein ursprüngliches Verhalten in ihrem segmentalen Bau, indem in einem Körpersegmente je ein Harncanälchen nebst Malpighischem Körperchen vorkommt. Die Harnleiter münden bei *Myxine* mit dem Porus genitalis, bei *Petromyzon* in den Darm. Vor den Nieren findet sich in der Herzgegend noch ein Nierenabschnitt, der bei erwachsenen Thieren nicht mehr fungirt, die Vorniere (Nebenniere Joh. Müller's). Dieselbe besteht aus zahlreichen Drüsengängen, welche mit trichterförmiger Oeffnung in der Leibeshöhle (Pericardialraum) beginnen und in der Jugend in den Urnierengang münden. Die Geschlechtsdrüsen sind in beiden Geschlechtern unpaar, liegen bei *Myxine* rechtsseitig, bei *Petromyzon* in der Mittellinie und entbehren stets der Ausführungsgänge. Eier und Samenfäden gelangen zur Brunstzeit durch Dehiscenz der Drüsenwand in den Leibesraum und von da durch einen hinter dem After befindlichen *Porus genitalis* in das Wasser.

Die Petromyzonten durchlaufen eine Art Metamorphose, die schon vor zwei Jahrhunderten dem Strassburger Fischer Baldner bekannt war, aber erst neuerdings von Aug. Müller wieder entdeckt wurde. Die jungen Larven

(Fig. 740 *b. c. d*) sind blind und zahnlos, besitzen einen kleinen, von einer hufeisenförmigen Oberlippe umsäumten Mund und wurden lange Zeit einer besonderen Gattung *Ammocoetes* zugerechnet.

Die Cyclostomen leben zum Theil im Meere und steigen zur Laichzeit, zuweilen vom Lachs oder vom Maifisch getragen, in die Flüsse, auf deren Boden sie in Gruben ihre Eier absetzen. Andere sind Flussfische. Sie hängen sich an Steine, todte und lebende Fische fest, welche letztere sie auf diesem Wege zu tödten vermögen, nähren sich aber auch von Würmern und kleinen Wasserthieren. Die Gattung *Myxine* schmarotzt ausschliesslich an anderen Fischen, gelangt selbst in deren Leibeshöhle und liefert ein Beispiel eines entoparasitischen Wirbelthieres.

Fam. *Myxinoidae*, Inger. Mit schräg abgestutztem Kopfende, lippenlosem, von Barteln umgebenen Saugmund und rudimentären, unter der Haut verborgenen Augen. Das Nasenrohr durchbricht mit hinterer Oeffnung das Gaumengewölbe. Die Kiemensäcke münden äusserlich bald in einer gemeinsamen Oeffnung jederseits am Bauche (*Myxine*), bald mit 7 Löchern oder asymmetrisch mit 6 Kiemenlöchern an der einen und 7 an der andern Seite (*Bdellostoma*). Marin. *Myxine* (*Gastrobranchus* Blainv.) *glutinosa* L. (Fig. 737). *Bdellostoma heptatrema* Joh. Müll., vom Cap.

Fam. *Petromyzontidae*. Neunaugen. Mit 7 äusseren Kiemenspalten an jeder Seite des Halses und einem gemeinsamen inneren Kiemengang, welcher vorne in den Schlund mündet. Die Nasenhöhle endet blind geschlossen. Die runde Mundöffnung ohne Barteln mit fleischigen Lippen, die sich zu einer Längsspalte zusammenlegen können. *Petromyzon marinus* L., Lamprete von 2 Fuss Länge, steigt mit den Maifischen zur Laichzeit im Frühjahr in die Flüsse. *P. fluviatilis* L., Flussneunauge (Fig. 740 *a*). *P. Planeri* Bloch., kleines Flussneunauge mit *Ammocoetes branchialis* als Larve, wird 5—6 Zoll lang.

3. Ordnung. **Elasmobranchii**[1]) **(Chondropterygii), Selachier.**

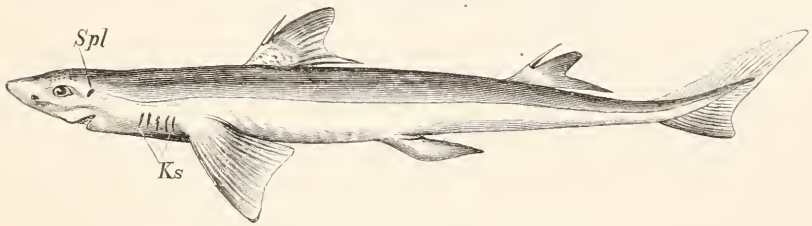
Knorpelfische mit Knochenkörnern in der Haut, mit grossen Brust- und Bauchflossen, meist mit 5 (selten 6 oder 7) Paaren von Kiemensäcken und Kiemenspalten, mit muskulösem, mehrere Klappenreihen bergendem Conus arteriosus, Spiralklappe des Darmes und als Kloake fungirendem Afterdarm.

In ihrer äusseren Erscheinung sind die Selachier (Fig. 741) von allen übrigen Fischen auffallend verschieden, zeigen aber auch unter einander grosse Abweichungen. Ein wichtiges Kennzeichen ist die Form und Lage des Mundes, welcher als breiter Querschlitz auf die untere Fläche der Schnauze rückt. Die Haut schliesst meist zahlreiche Knochenkörner (ossificirte Cutispapillen, *Placoid*schuppen) in sich ein und erhält durch dieselben eine rauhe, chagrinartige Oberfläche. Zuweilen finden sich auch grössere Knochenschilder reihenweise aufgelagert, welche durch spitze dornartige Fortsätze, namentlich am

[1]) Vergl. Joh. Müller und J. Henle, Systematische Beschreibung der Plagiostomen, mit 60 Steindrucktafeln. Berlin, 1841. Fr. Leydig, Beiträge zur mikroskopischen Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Rochen und Haie. Leipzig, 1852. C. Gegenbaur, Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere. Leipzig, 1872. F. M. Balfour, A monograph on the development of Elasmobranch Fishes. London, 1878. C. Hasse, Das natürliche System der Elasmobranchier. Jena, 1879.

Schwanze (Rochen), zum Schutze dienen (Ichthyodorulithen). Alle Selachier besitzen grosse Brust- und Bauchflossen. Die ersteren sind durch ein knorpeliges Schultergerüst an dem Hinterhauptstheil des Schädels oder an der vorderen Partie der Wirbelsäule befestigt und halten entweder als scharf abgegrenzte Ruderflossen eine mehr senkrechte Lage am vorderen Abschnitt des spindelförmigen Leibes (Chimaeren und Haie) ein oder erscheinen mächtig vergrössert in horizontaler Lage zu den Seiten des Körpers ausgebreitet (Rochen). Im letzteren Falle reichen sie vermittelst der sogenannten Schädelflossenknorpel bis an das vordere Ende der Schnauze und lehnen sich durch hintere Suspensorien an das Beckengerüst der Bauchflossen an. Diese liegen stets in der Nähe des Afters und tragen im männlichen Geschlechte als Hilfsorgane der Begattung eigenthümliche, rinnenförmig ausgehöhlte Knorpelanhänge. Auch die unpaaren Flossen können wohl entwickelt und mit Rücksicht auf die wechselnde Zahl und Lage von systematischer Bedeutung sein. Zuweilen erhält sich vor den Rückenflossen ein spitzer Knochenstachel, der ebenso wie die haken- und dornförmigen Fortsätze an den Knochenstücken der Haut als Waffe dient. Auch

Fig. 741.



Acanthias vulgaris. *Spl* Spritzloch, *Ks* Kiemenspalten.

können isolirte Stacheln auf der Rückenfläche des Schwanzes (*Trygon*) vorkommen. Die Schwanzflosse zeigt stets eine ausgeprägte äussere Heterocercie.

Der Schädel bleibt eine ungetheilte Knorpelkapsel, deren Basis bald (*Chimaeren* und *Rochen*) auf der Wirbelsäule des Rumpfes articulirt, bald wirbelähnlich ausgehöhlt ist. Der knorpelige Kieferbogen wird in der Schläfengegend mittelst des Kieferstiels (*Hyomandibulare*) am Schädel suspendirt. Der Oberkiefer-Gaumentheil (*Palatoquadratum*) ist mit der Schädelkapsel (die *Chimaeren* ausgenommen) beweglich verbunden; vor dessen Vorderrande findet sich eine Anzahl paariger Knorpelstäbe, die Labialknorpel. Palatoquadratum und Unterkiefer tragen in der Regel eine reiche Bezahnung. Auch die Wirbelsäule mit ihren Chordaresten zeigt eine vorherrschend knorpelige Beschaffenheit, doch kommt es bereits zur Bildung discreter biconcaver Wirbel, deren Gestaltung zahlreiche Verschiedenheiten bietet. Ueberall finden sich auch obere und untere Bogenschenkel, die bald gesondert bleiben, bald mit den Wirbelkörpern verwachsen. Rippen treten nur als knorpelige Rudimente auf.

In der Kiemenbildung (Fig. 731) weichen die Selachier insofern von den Knochenfischen wesentlich ab, als sie jederseits fünf Kiemensäcke besitzen, an deren durch die knorpeligen Seitenstrahlen der Kiemenbögen gestützten

Zwischenwänden die Kiemenblättchen in ihrer ganzen Länge festgewachsen sind. Diese Kiemensäcke sind verhältnissmässig weit nach hinten gerückt und münden durch ebenso viele Spaltöffnungen nach aussen, welche bei den Haien an den Seiten, bei den Rochen an der ventralen Fläche des Leibes liegen. Bei den Chimaeren münden dieselben jederseits in eine gemeinsame Kiemenspalte, über welche sich eine Hautfalte vom Kiefersuspensorium aus an Stelle des Kiemendeckels ausbreitet. Häufig finden sich an der oberen Kopffläche hinter den Augen (dem Gehörgang entsprechende) *Spritzlöcher*, welche zum Ausspritzen des Wassers aus der Rachenhöhle verwendet werden.

Die Bezahnung wechselt mannigfach. Bald (*Hexanchus*, *Acanthias*) ist die ganze Mundhöhle bis zum Anfang des Oesophagus mit kleinen Zähnen der Schleimhaut bedeckt (Placoidschuppen [1]), bald treten grössere Zähne auf, welche auch überall der Schleimhaut angehören und reihenweise den walzenförmigen Rand der Kiefer überziehen, so dass die jüngeren hinteren Zahnreihen ihre Spitzen nach innen, die älteren mehr oder minder abgenutzten vorderen Reihen die Spitzen nach oben und aussen kehren. Bei den Haien wiegen dolchförmige oder sägeförmig gezähnelte Zähne vor, während für die meisten Rochen konische oder pflasterförmige Mahlzähne charakteristisch sind. Der Nahrungscanal erweitert sich zu einem geräumigen Magen, bleibt aber verhältnissmässig kurz und enthält im Dünndarm eine schraubenförmig gewundene Schleimhautfalte, die sogenannte *Spiralklappe*, welche die resorbirende Oberfläche wesentlich vergrössert. (Fig. 729.) Eine Schwimmblase fehlt stets, wenngleich die Anlage derselben oft nachweisbar ist. Das Herz [2]) besitzt einen muskulösen Conus arteriosus, welcher ein selbständig gewordener Theil der Kammer ist und zwei bis fünf Klappenreihen enthält.

Auch durch die Bildung des Gehirnes und der Sinnesorgane stehen die Selachier als die höchsten Fische da. (Fig. 726.) Die Hemisphären zeigen bereits Längs- und Quereindrücke, sowie Spuren von Windungen auf ihrer Oberfläche und sind von verhältnissmässig bedeutender Grösse; auch kann sich das kleine Gehirn so sehr entwickeln, dass von ihm der vierte Ventrikel ziemlich bedeckt wird. Die beiden Sehnerven bilden überall ein Chiasma und erleiden eine partielle Kreuzung ihrer Fasern. Die Augen werden bei den Haien nicht allein durch freie Augenlider, sondern oft auch durch eine bewegliche Nickhaut geschützt.

Die Harnorgane der Plagiostomen sind paarige Nieren, an welchen sich zuweilen die Wimpertrichter (Nephrostomen) erhalten. Dieselben münden in die Kloake.

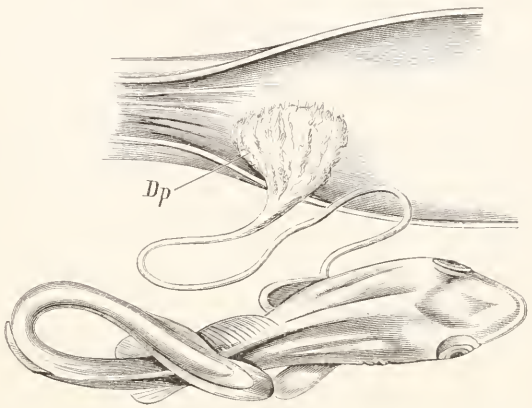
Die Geschlechter sind an der Form der Bauchflossen leicht unterscheidbar. Stets findet eine wahre Begattung statt. Die weiblichen Geschlechtsorgane bestehen aus einem grossen einfachen oder doppelten Ovarium und paarigen

[1]) O. Hertwig. Jen. naturw. Zeitschr., Tom. VIII, 1874.

[2]) C. Gegenbaur, Zur vergleichenden Anatomie des Herzens. Jen. naturw. Zeitschr., Tom. II. 1866.

drüsenreichen Oviducten, welche von jenem gesondert mit einem gemeinsamen trichterförmigen Ostium beginnen und in ihrem weiteren Verlaufe je eine Uterus-ähnliche Erweiterung bilden. Beide Eileiter münden vereinigt (nur bei den Chimaeren getrennt) hinter den Harnleitern in die Kloake ein. (Fig. 729.) Die Eier bestehen aus einem grossen Dotter und sind von einer Eiweissmasse und bald von einem dünnhäutigen, in Falten gelegten Chorion, bald von einer derben, pergamentartigen flachen Schale umschlossen, welche sich in vier hornartige Auswüchse oder in gedrehte Schnüre zur Befestigung an Seepflanzen verlängert. Im letzteren Falle werden die Eier abgelegt (die meisten Rochen und Hundshaie), im ersteren dagegen (Zitterrochen und lebendig gebärende Haie) gelangen sie im Uterus zur Entwicklung. Dann liegen die Eier während der Entwicklung des Keimes den Wandungen des Fruchtbehälters dicht an, indem sie mit den Falten ihrer Eihaut zwischen die Runzeln der Uteruswandung eingreifen. Auf diese Weise wird die Zufuhr von Nahrungsmaterial ermöglicht.

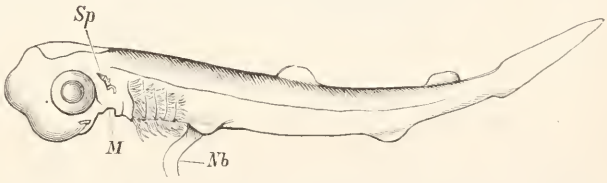
Fig. 742.



Mustelus laevis (glatter Hai des Aristoteles), durch die Dottersackplacenta (*Dp*) in Verbindung mit dem Uterus, nach Joh. Müller.

Selten wird die Verbindung von Mutter und Frucht eine viel engere und durch eine wahre, für den glatten Hai schon von Aristoteles gekannte Dottersackplacenta vermittelt. (Fig. 742.) Wie Joh. Müller[1]) nachgewiesen hat, bildet der langgestielte Dottersack bei den Embryonen von *Mustelus laevis* und *Carcharias*arten eine grosse Menge von Zöttchen, welche, von der zarten Eihaut überzogen, nach Art der Cotyledonen bei Wiederkäuern in entsprechende Vertiefungen der Uterinschleimhaut eingreifen. Auch in anderer Hinsicht zeigen die Embryonen der Plagiostomen bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten, wie insbesondere in dem Besitze von embryonalen äusseren Kiemenfäden (Fig. 743), welche lange vor der Geburt verloren gehen.

Fig. 743.



Embryo von *Acanthias* mit äusseren Kiemen. *Sp* Spritzloch, *M* Mund *Nb* Dottergang.

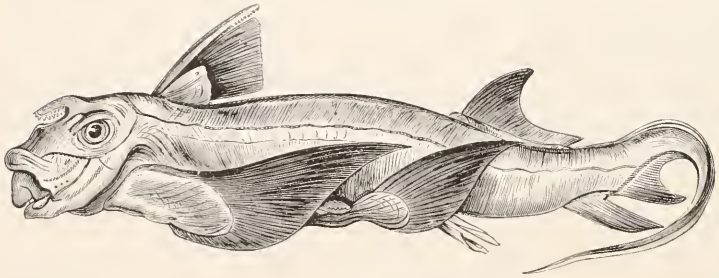
[1]) Vergl. Joh. Müller, Ueber den glatten Hai des Aristoteles. Abhandl. der Berliner Akad., 1840.

Die Plagiostomen sind fast durchweg Meeresbewohner, nur wenige finden sich in den grösseren Flüssen Amerikas und Indiens. Alle nähren sich als Fleischfresser von grösseren Fischen oder Krebsen und Muschelthieren. Einige wenige (Zitterrochen) besitzen ein elektrisches Organ. In den palaeozoischen Formationen sind mit Ausnahme von *Pleuracanthus* nur Stachel- und Zahnreste erhalten. Von der Secundärzeit an aber wird die Vertretung eine vollständigere und reiche.

1. Unterordnung. *Holocephali*, *Chimaeren*. Selachier mit fest am Schädel verwachsenem Oberkiefer-Gaumenapparat, einfacher äusserer Kiemenspalte und kleiner Kiemendeckelmembran.

Der dicke, bizarr gestaltete Kopf besitzt grosse, der Lider entbehrende Augen. An der unteren Fläche der Schnauze liegt die kleine Mundöffnung. Der Oberkiefer-Gaumenbogen ist mit dem Schädel fest verwachsen, während der Unterkiefer an einem stielförmigen Fortsatz des Schädels (Hyomandibulare) articulirt. Die Kiefer tragen nur wenige (oben 4, unten 2) Zahnplatten. Die nackte Haut ist von mächtigen Gängen des Seitenorgans durchsetzt. Spritzlöcher fehlen. Anstatt der Wirbelkörper finden sich dünne ringförmige Knochenkrusten in der Chordascheide. Sie legen Eier mit horniger Schale ab.

Fig. 744.



Chimaera monstrosa (règne animal).

Fam. *Chimaeridae*, Seekatzen. *Chimaera monstrosa* L. (Fig. 744), nordische Meere, Mittelmeer. *Callorhynchus antarcticus* Lac., Cap, Südsee.

2. Unterordnung. *Plagiostomi* (*Selachii*), *Quermäuler*. Selachier mit weit nach hinten gerückter querer Mundöffnung, gesonderten Wirbelkörpern und mehr oder minder reducirter Chorda, mit 5 (ausnahmsweise 6 oder 7) äusseren Kiemenspalten an jeder Seite.

Die Nasenöffnungen liegen an der unteren Fläche der Schnauze etwas vor der quergebogenen Rachenspalte. Die Haut ist selten nackt, meist durch eingelagerte Knochenkörner chagrinartig, oder auch mit Knochenplatten und Schildern bedeckt. Der Oberkiefer-Gaumenapparat ist von der knorpeligen Schädelkapsel beweglich gesondert.

1. Tribus. *Squalides*, *Haifische*. Plagiostomen von spindelförmiger Gestalt, mit seitlichen Kiemenspalten, freien Augenlidrändern, unvollständigem Schultergürtel, ohne Schädelflossenknorpel.

Der Körper zeigt eine spindelförmige Gestalt, trägt die Brustflossen mehr oder minder senkrecht und endet mit einem kräftigen, an der Spitze nach auf-

wärts gebogenen Schwanz. Indessen gibt es auch Formen, die sich rücksichtlich der Körpergestalt an die Rochen anschliessen und den Uebergang zu diesen letzteren bilden (*Squatina*). Die Bezahnung wird meistens durch zahlreiche Reihen spitzer, dolchförmiger Zähne gebildet.

Die Familien werden hauptsächlich nach Zahl und Lage der Flossen, nach dem Vorhandensein oder Mangel von Spritzlöchern und einer Nickhaut, sowie nach Form und Bildung der Zähne unterschieden.

Fam. *Scylliidae*, Hundshaie. *Scyllium canicula* L., europäische Küste.

Fam. *Cestraciontidae*. *Cestracion Philippii* Blainv., ostindischer Archipel. Zähne breit, pflasterförmig.

Fam. *Lamnidae*, Riesenhaie. *Lamna glauca* Müll. Henle. *Selache maxima* Gunn., bis 32 Fuss lang.

Fam. *Carchariidae*, Menschenhaie. *Carcharias glaucus* Rond., mit Dottersackplacenta. *C. lamia* Risso, beide im Mittelmeer und Ocean. *Zygaena malleus* Risso, Hammerfisch.

Fam. *Galeidae*. Glatthaie. *Galeus canis* Rond., europäische Meere. *Mustelus vulgaris* Müll. Henle und *laevis* Rond.; letzterer ist der glatte Hai des Aristoteles, mit Dottersackplacenta; beide im Mittelmeer.

Fam. *Notidanidae*, Grauhaie. *Notidanus* (*Hexanchus*) *griseus* Gm. Mit 6 Paaren von Kiemensäcken. (Fig. 726.) *N.* (*Heptanchus*) *cinereus* Gm. Mit 7 Paaren von Kiemensäcken, im Mittelmeer und Ocean.

Fam. *Spinacidae*. Dornhaie. *Acanthias vulgaris* Risso (Fig. 741), von den nördlichen Meeren bis zur Südsee.

Fam. *Squatinidae*, Meerengel. *Squatina vulgaris* Risso (*Squalus squatina* L.), europäische Meere.

2. Tribus. *Rajides, Rochen.* Plagiostomen von platter Körperform, mit fünf Kiemenspalten an der Bauchfläche einwärts von den Brustflossen, mit vollständigem Schultergürtel und Schädelflossenknorpeln, ohne Analflosse.

Durch die Grösse und horizontale Ausbreitung der Brustflossen erhält der platte Körper die Form einer breiten Scheibe, welche sich in den dünnen und langen, häufig mit Dornen, selten mit einem oder zwei gezähnelten Stacheln bewaffneten Schwanz fortsetzt. Die kurzen dicken Kiefer tragen entweder kleine pflasterförmige, neben einander in Reihen geordnete Kegelzähne oder breite tafelförmige Zahnplatten. Die Rochen halten sich mehr in der Tiefe des Meeres auf und ernähren sich besonders von Krebsen und Mollusken. Die Zitterrochen besitzen zwischen den Flossenknorpeln und den Kiemensäcken einen elektrischen Apparat, mit welchem sie selbst grössere Fische zu betäuben im Stande sind. (Fig. 144.) Viele erreichen die immerhin bedeutende Grösse bis 10. ja 12 Fuss.

Fam. *Squatinorajidae*, Hairochen. *Pristis antiquorum* Lath., Sägefisch, Ocean und Mittelmeer. *Rhinobatus granulatus* Cuv., Ostindien.

Fam. *Torpedidae*, Zitterrochen. *Torpedo marmorata* Risso, Mittelmeer und Ocean. *Narcine brasiliensis* v. Ott.

Fam. *Rajidae*, Rochen. *Raja clavata* L., *R. miraletus* L., europäische Küste.

Fam. *Trygonidae*, Stechrochen. *Trygon pastinaca* L. (*Pastinaca marina* Bell.), Atlantischer Ocean.

Fam. *Myliobatidae*, Adlerrochen. *Myliobatis aquila* L., Mittelmeer.

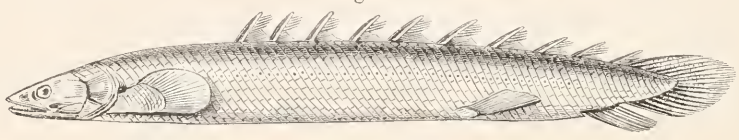
4. Ordnung. **Ganoidei** [1]), **Schmelzschupper.**

Knorpel- und Knochenfische mit Schmelzschuppen oder Knochenschildern der Haut, mit Flossenschindeln (Fulcra), mit muskulösem Conus arteriosus und Klappenreihen in demselben, mit kammförmigen, von einem knöchernen Deckel überlagerten Kiemen und mit Spiralklappe des Darmes.

Vornehmlich in den älteren Formationen (*Sauroiden*, *Lepidoiden*, *Pycnodonten*) war die Ordnung reich und mannigfach vertreten, während sie gegenwärtig nur wenig lebende Repräsentanten (*Lepidosteus*, *Polypterus*, *Calamoichthys*, *Amia*, *Acipenser*, *Scaphirhynchus*, *Spatularia*) besitzt. Die Grenze nach den Teleostiern hin ist kaum festzustellen, da wir keinen einzigen absoluten Differenzialcharakter allen Ganoiden gemeinsam finden (selbst die Spiralklappe des Darmes ist bei *Amia* und *Lepidosteus* rudimentär).

Der für die Bezeichnung massgebende Charakter liegt in dem Besitze von Schmelzschuppen, die meist rhombisch geformt und stets mit einer glatten

Fig. 745.



Polypterus senegalus.

Schmelzlage überzogen sind und, durch gelenkige Fortsätze verbunden, in schiefen Binden den Körper umgürten. (Fig. 745.)

Nach der Beschaffenheit des Skeletes erweisen sich die Ganoiden theils als Knorpelfische, theils als Knochenfische. Es beginnt das Skelet sowohl bei fossilen, als unter den jetzt lebenden Fischen (Stör) mit Formen, welche durch die Persistenz der Chorda und die Bildung knöcherner Bogenstücke den Anschluss an die Chimaeren vermitteln. Stets findet sich über der knorpeligen Schädelkapsel eine äussere knöcherne Schädeldecke, sowie auch das Kiefersuspensorium, die Kiefer, Kiemenbögen und Kiemendeckel eine knöcherne Beschaffenheit besitzen. Bei den sogenannten Knochenganoiden wird der Primordialschädel durch einen knöchernen Schädel mehr oder minder vollständig verdrängt und die Wirbelsäule in allmäliger Ausbildung zu einer knöchernen umgestaltet, indem die Wirbel durch verschiedene Zwischenstufen (Halbwirbel fossiler Ganoiden) die biconcave Wirbelform der Teleostier erhalten und bei *Lepidosteus* eine Entwicklungsphase erreichen, welche durch vordere Gelenkköpfe an die opisthocoelen Wirbel der Amphibien anschliesst. Auch treten ziemlich allgemein knöcherne Rippen auf.

[1]) Joh. Müller, Ueber den Bau und die Grenzen der Ganoiden. Abhandl. der Berliner Akad., 1846. J. Hyrtl, Ueber den Zusammenhang der Geschlechts- und Harnwerkzeuge bei den Ganoiden. Denkschr. der k. Akad. der Wissensch., Tom. VIII, Wien 1854. Chr. Lütken, Ueber die Begrenzung und Eintheilung der Ganoiden. Uebersetzt von Willemoes-Suhm. Palaeontographica, 1872.

Die Schwanzflosse ist gewöhnlich heterocerk und nimmt zuweilen in ihrem oberen Lappen das Ende der Wirbelsäule auf, doch gibt es allmälige Uebergänge bis zur (*diphycerken*) Homocercie. Eigenthümlich sind den meisten Ganoiden stachelartige Schindeln, *Fulcra*, welche den oberen Rand und ersten Strahl der Flossen, namentlich der Schwanzflosse, in einfacher oder doppelter Reihe bekleiden. („Jeder Fisch mit Fulcra am vorderen Rande einer oder mehrerer Flossen ist ein Ganoid". Joh. Müller.)

Anatomisch schliessen sich die Ganoiden in vielen Charakteren den Selachiern an. Der obere Theil der Herzkammer bewahrt als Conus arteriosus die Bedeutung eines rhythmisch pulsirenden Herzabschnittes. Auch finden sich im Innern des letzteren mehrere Längsreihen von Klappen, welche bis an den oberen Rand des muskulösen Conus reichen und während der Pause des Herzschlages den Rücktritt des Blutes aus der Arterie in den Conus verhindern. Dagegen liegen die kammförmigen Kiemen wie bei den Teleostiern frei in einer Kiemenhöhle unter einem Kiemendeckel, welchem oft noch eine grosse, venöses Blut empfangende Kieme angehört. Diese respiratorische Nebenkieme (Kiemendeckelkieme) fehlt bei *Amia*, *Spatularia*, und ist von der Pseudobranchie des Spritzloches wohl zu unterscheiden, mit der sie zugleich vorhanden sein kann. Alle besitzen eine Schwimmblase mit Luftgang, sowie zwei Oeffnungen von Peritonealcanälen zu den Seiten des Afters (wie die Chimaeren und Plagiostomen). Die Sehnerven laufen nicht kreuzweise übereinander, sondern bilden ein Chiasma mit partiellem Austausch der Fasern. Die Geschlechtsorgane zeigen mehrfache bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten. Die beiden Eierstöcke lassen die reifen Eier in die Bauchhöhle gelangen. Aus dieser treten letztere in einen trichterförmig beginnenden Eileiter, welcher in den Harnleiter oder in das entsprechende Horn der Harnblase (*Spatularia*, *Lepidosteus*) einmündet, oder auch, mit dem Oviduct der anderen Seite vereinigt, hinter dem After durch einen einfachen Genitalporus, welcher die Urethra aufnimmt, ausführt (Hyrtl). In jenen Fällen führt von der Blase ein Canalis urogenitalis nach dem hinter dem After gelegenen Urogenitalporus. Auch im männlichen Geschlechte fungiren auffallenderweise die nämlichen Abdominaltrichter als Samenleiter.

1. Unterordnung. *Chondrostei*. Knorpelganoiden mit persistirender Chorda und nur spärlichen Kiemenhautstrahlen oder ohne dieselben. Schwanzflosse heterocerk, mit Fulcra. Schädelkapsel knorpelig, von Hautknochen überdeckt. Die Zähne sind sehr klein oder fehlen ganz. Haut nackt oder mit Knochenplatten anstatt der Schuppen.

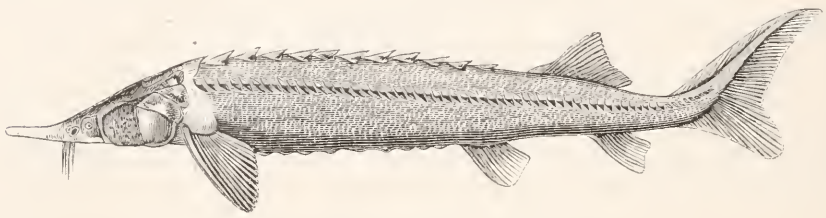
Fam. *Acipenseridae*. Störe. *Acipenser sturio* L., Stör. *A. ruthenus* L., Sterlet (Fig. 746.) *A. huso* L., Hausen. *Scaphirhynchus cataphractus* Gray, Mississippi.

Fam. *Spatularidae*. Löffelstöre. *Spatularia folium* Lac., Mississippi. *Sp. gladius* Martens, Yantsekiang.

2. Unterordnung. *Crossopterygii*, quastenflossige Ganoiden. Mit zwei breiten Kehlplatten anstatt der Kiemenhautstrahlen und meist zugespitzter

(diphycerker) Schwanzflosse. Die Brustflossen sowohl wie die weit nach hinten gerückten Bauchflossen werden von einem beschuppten Schafte getragen, welchen die Strahlen umkleiden. Schuppen bald dünn und cycloid (bei fossilen Formen), bald stark und rhombisch. Führen zu den Dipnoern und Amphibien hin.

Fig. 746.



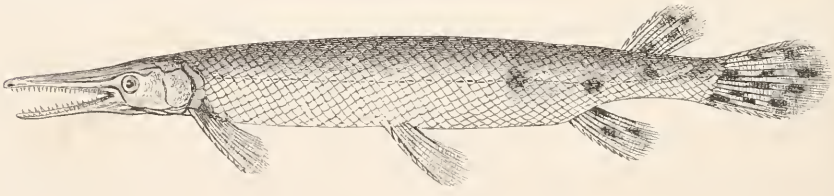
Acipenser ruthenus, nach Heckel und Kner.

Fam. *Polypteridae*, Flösselhechte. Mit rhombischen Schuppen und vieltheiliger, in Flösschen zerfallener Rückenflosse. Afrika. *Polypterus bichir* Geoffr. Mit 8—16 Flösschen. *P. senegalus* Cuv. (Fig. 745.) *Calamoichthys calabaricus* Smith.

3. Unterordnung. *Euganoides*, Knochenganoiden. Mit rhombischen Schuppen, meist mit Fulcralbesatz am vorderen Rande der Flossen. Zahlreiche Kiemenhautstrahlen. Bauchflossen zwischen Brust- und Afterflosse.

Fam. *Lepidosteidae*. Von langgestreckter hechtähnlicher Körperform, mit weit nach hinten gerückter Rückenflosse und scharf abgeschnittener heterocerker Schwanzflosse. *Lepidosteus platystomus* Raf. (Fig. 747.), *L. osseus* L., *L. spatula* Lac. Ströme Nordamerikas.

Fig. 747.



Lepidosteus platystomus (règne animal).

4. Unterordnung. *Amiades*. Knochenganoiden mit grossen runden Schmelzschuppen, knöchernen Kiemenhautstrahlen und heterocerkem Schwanz, ohne Fulcra.

Fam. *Amiadae*, Kahlhechte. *Amia calva* Bonap., Flussfische Carolinas. Nähern sich am meisten den Knochenfischen (Clupeoideen und Salmoniden).

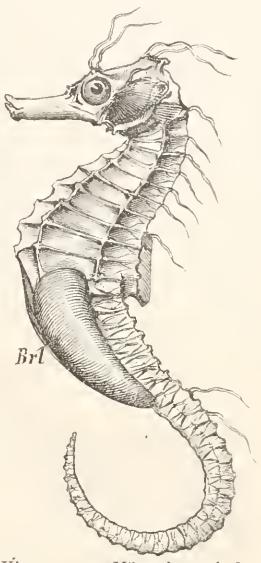
5. Ordnung. **Teleostei, Knochenfische.**

Meist beschuppte Fische mit knöchernem Skelet, mit freien (jederseits meist 4) Kiemen und äusserem Kiemendeckelapparat, mit Aortenbulbus und zwei Klappen im Grunde desselben, ohne Chiasma der Sehnerven.

Die Knochenfische umfassen die bei Weitem grösste Zahl aller Fische und werden durch eine Reihe anatomischer Merkmale von den Knorpelfischen und Ganoiden abgegrenzt. Sie besitzen einen einfachen Aortenbulbus mit nur

zwei Klappen, welche am Ursprunge des Bulbus einander gegenüber liegen: der Bulbus am Arterienstiel der Knochenfische ist keine Herzabtheilung mit selbständiger Pulsation, sondern der verdickte Anfang der Arterie. Spritzlöcher und eine Spiralklappe des Darmes kommen niemals vor. Die Sehnerven laufen stets in einfacher Kreuzung (oder Durchbohrung) ohne Chiasma übereinander. Die meist kammförmigen Kiemen liegen wie bei den Ganoiden frei in einer Kiemenhöhle, unter einem Kiemendeckel, welchem sich eine durch *Radii branchiostegi* gestützte Kiemendeckelhaut anschliesst. Das Skelet charakterisirt sich durch die wohlgesonderten, meist knöchernen Wirbel und durch den knöchernen Schädel, unter welchem freilich oft noch Reste des ursprünglichen knorpeligen Primordialcraniums zurückbleiben. Nur selten erscheint die Haut nackt oder scheinbar schuppenlos, indem ihre sehr kleinen Schuppen nicht über die Oberfläche hervorragen, häufiger treten in ihr knöcherne Schilder und Tafeln, namentlich hinter dem Kopfe auf; in der Regel wird dieselbe von cycloiden oder ctenoiden, dachziegelförmig gelagerten Schuppen bedeckt.

Fig. 748.

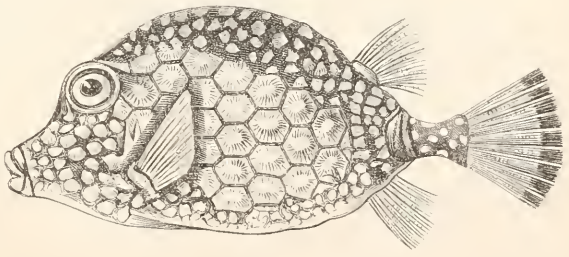


Hippocampus-Männchen mit der Bruttasche (*Brt*).

Harn und Geschlechtsorgane münden hinter dem After, entweder gesondert oder vereint auf einer Urogenitalpapille. Nur wenige Knochenfische gebären lebendige Junge, fast alle legen kleine Eier in sehr bedeutender Menge an geschützten Brutplätzen ab.

1. Unterordnung. *Lophobranchii, Büschelkiemer.* Knochenfische mit gepanzerter Haut, röhrenförmig verlängerter zahnloser Schnauze, mit büschelförmigen Kiemen und sehr enger Kiemenspalte.

Fig. 749.



Ostracion triqueter (règne animal).

Fam. *Pegasidae.* Körper abgeflacht, mit grossen flügelförmig ausgebreiteten Brustflossen und kleinen Bauchflossen. *Pegasus volans* L., Ostindien.

Fam. *Syngnathidae.* Von cylindrischer oder seitlich comprimirter Körperform, mit enger Kiemenöffnung und kleinen Brustflossen. Männchen mit Bruttasche (Fig. 748.) *Syngnathus acus* L., *Hippocampus antiquorum* Leach., Mittelmeer. *H. longirostris* Cuv., Japan.

2. Unterordnung. *Plectognathi, Haftkiefer.* Kugelige oder seitlich stark comprimirte Knochenfische mit unbeweglich verwachsenem Oberkiefer und Zwischenkiefer, enger Mundspalte und starkem, oft bestacheltem Hautpanzer, meist ohne Bauchflossen, mit kammförmigen Kiemen.

1. Tribus. *Sclerodermi.* Kiefer mit gesonderten Zähnen.

Fam. *Ostracionidae*, Kofferfische. Körperform kofferartig, dreikantig oder vierkantig, oft in hornartige Fortsätze auslaufend, mit festem, aus polyedrischen Knochentafeln gebildetem Hautpanzer, an welchem nur die Flossen und der Schwanz beweglich sind. *Ostracion triqueter* L. (Fig. 749), Westindien. *O. quadricornis* L., Westafrika.

Fam. *Balistidae*, Hornfische. Der seitlich comprimirte Körper mit rauhkörniger oder von harten rhombischen Schuppen bedeckter Haut, oft prachtvoll gefärbt. *Balistes maculatus* L., Atlantischer und Indischer Ocean.

2. Tribus. *Gymnodontes*. Kiefer in einen Schnabel umgestaltet, mit schneidender ungetheilter oder doppelter Zahnplatte. Rückenstacheln fehlen.

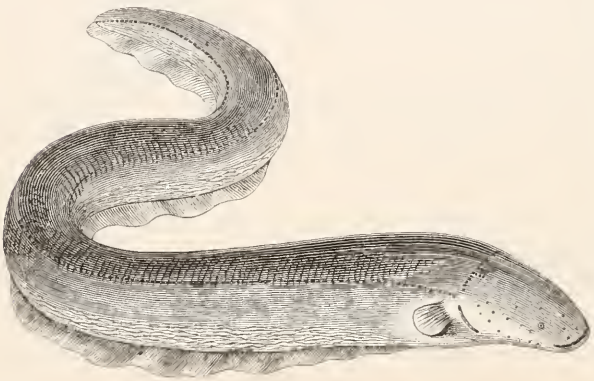
Fam. *Molidae*. *Orthagoriscus mola* Bl., Mondfisch. Wärmere Meere.

Fam. *Tetrodontidae*. *Diodon hystrix* L., Atlantischer und Indischer Ocean. *Tetrodon cutaneus* Gthr., St. Helena.

3. Unterordnung. *Physostomi*, *Physostomen*. Weichflosser mit kammförmigen Kiemen und getrennten Kieferknochen, mit bauchständigen oder ohne Bauchflossen, stets mit Luftgang der Schwimmblase.

Fam. *Muraenidae*, Aale. *Muraena helena* L., *Anguilla anguilla* L. (*vulgaris*) Europa. Wandert zur Fortpflanzungszeit im Herbst aus den Flüssen in das Meer und erlangt erst hier die Geschlechtsreife. Die Fortpflanzungsverhältnisse sind keineswegs vollkommen aufgeklärt, obwohl Männchen und Weibchen von einander unterschieden und die beiderlei Sexualorgane nachgewiesen wurden. Im Frühjahre wandert die Aalbrut aus dem Meere in die Flüsse zurück. *Conger vulgaris* Cuv., europäische Küste. *Amphipnous* Joh. Müll.

Fig. 750.



Gymnotus electricus, nach Sachs.

Fam. *Gymnotidae*. *Gymnotus electricus* L., Zitteraal. (Fig. 750.) Lebt in Flüssen und Sümpfen Südamerikas, wird bis 6 Fuss lang und vermag durch seine elektrischen Schläge selbst grössere Thiere, wie Pferde, niederzustrecken. Berühmt durch die Versuche A. v. Humboldt's.

Fam. *Clupeidae*, Häringe. Mit ziemlich comprimirtem Körper, welcher mit Ausnahme des Kopfes von grossen dünnen, leicht abfallenden Schuppen bedeckt ist. *Clupea harengus* L., Häring, in den nordischen Meeren, erscheint besonders an den schottischen und norwegischen Küsten alljährig zu bestimmten Jahreszeiten in ungeheuren Schaaren. Der Hauptfang geschieht im September und October. *C.* (*Harengula*) *sprattus* L., Sprott, in der Nord- und Ostsee. *Engraulis encrasicholus* Rond., Anjovis. Ocean und Mittelmeer. *Alausa vulgaris* Cuv. Val., Maifisch. Wandert im Mai zur Laichzeit aus dem Meere in die Ströme, z. B. im Rhein bis Basel, im Main bis Würzburg. Wird bis 3 Fuss lang. *A. pilchardus* Bloch., Sardine, Mittelmeer.

Fam. *Mormyridae*. Kopf, Kiemendeckel und Kiemenstrahlen mit nackter Haut. Haben jederseits am Schwanz ein sogenanntes pseudoelektrisches Organ. *Mormyrus caschive* Hass., *M. cyprinoides* L., Nil. Hier schliesst sich *Gymnarchus* Cuv. an.

Fam. *Esocidae*, Hechte. Mit breitem, niedergedrücktem Kopfe, weit nach hinten gerückter Rückenflosse und verdeckten drüsigen Pseudobranchien. Gefrässige Raubfische

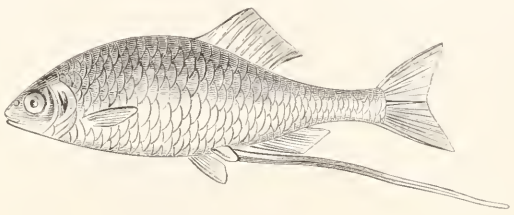
mit weitgespaltenem Rachen und kräftiger Zahnbewaffnung. *Esox lucius* L., Hecht. *Umbra Krameri* J. Müll., Hundsfisch.

Fam. *Salmonidae*. Lachse. Mit Fettflosse, einfacher Schwimmblase und zahlreichen Pförtneranhängen. Die Ovarien sind Säcke, aus denen die Eier in die Bauchhöhle fallen. Zur Laichzeit, die meist in die Wintermonate fällt, zeigen beide Geschlechter oft auffallende Unterschiede. Sind grosse Raubfische und gehören vorzugsweise den Flüssen, Gebirgsbächen und Seen der nördlichen Gegenden an, lieben klares kaltes Wasser mit steinigem Grunde, haben aber auch im Meere Vertreter, welche zur Laichzeit in die Ströme und deren Nebenflüsse steigen. *Coregonus Wartmanni* Bloch., Ranke, Blaufelchen, in den Alpenseen. *Thymallus vulgaris* Nilss. (*vexillifer*), Aesche, *Osmerus eperlanus* L., Stint, Nord- und Ostsee. *Salmo salvelinus* L., Saibling. *S. hucho* L., Huchen im Donaugebiet,

Fig. 751.

Untere Schlundknochen mit den Zähnen eines Karpfens, nach Heckel und Kner.

Fig. 752.

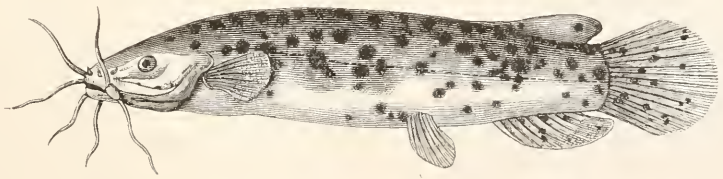


Rhodeus amarus, Weibchen, nach v. Siebold.

ein grosser Raubfisch. *S. salar* L., Lachs. *S. lacustris* L., Seeforelle (Schwebforelle), in den Binnenseen der mitteleuropäischen Alpenländer. *S. trutta* L., Lachsforelle. *S. fario* L., Forelle.

Fam. *Cyprinidae*. Karpfen. Süsswasserfische mit enger, oft Barteln tragender Mundspalte, schwachen zahnlosen Kiefern, aber stark bezahnten unteren Schlundknochen. (Fig. 751.) *Cyprinus carpio* L., Karpfen. *Carassius vulgaris* Nilss., Karausche. *Tinca vulgaris* Cuv., Schleie. *Barbus fluviatilis* Ag., Barbe. *Gobio fluviatilis* Flem., Gründling. *Rhodeus amarus* Bloch., Bitterling. Weibchen mit Legeröhre, bringt die Eier in die Kiemen der Fluss-

Fig. 753.



Malapterurus electricus, nach Cuvier und Valenciennes.

muscheln. (Fig. 752.) *Alburnus lucidus* Heck. Kner, Laube. *Leuciscus rutilus* L., Rothauge, Plötze. *L. cephalus* L., Dickkopf, Schuppfisch. *Chondrostoma nasus* L., Näsling. *Abramis brama* Flem., Brachsen. *Phoxinus laevis* L. Ag., Pfrille.

Fam. *Acanthopsidae*, Schmerlen. Schwimmblase in einer knöchernen Kapsel. *Cobitis fossilis* L., Schlammpitzger. *C. barbatula* L., Schmerle. *C. taenia* L., Steinpitzger.

Fam. *Cyprinodontidae*, Zahnkarpfen. Süsswasserfische, lebendig gebärend. *Cyprinodon* (*Lebias* Cuv.) *calaritanus* Cuv., Südeuropa. *Anableps tetrophthalmus* Bl., Guiana.

Fam. *Siluridae*, Welse. Süsswasserfische meist mit breitem niedergedrückten Kopf, starker Zahnbewaffnung und nackter oder mit Knochenschildern gepanzerter Haut. *Silurus glanis* L., Wels, Waller. Der grösste Flussfisch Europas. *Saccobranchus* Cuv. Val. *Doras* Lac. *Hypostomus* Lac., Panzerwels. *Malapterurus electricus* L., Zitterwels, Nil. (Fig. 753.)

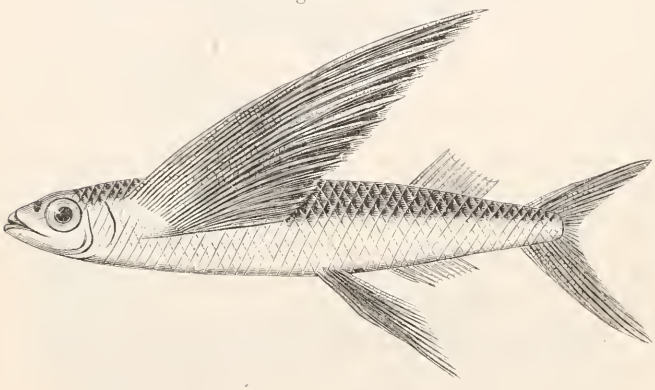
4. Unterordnung. *Anacanthini, Anacanthinen.* Weichflossenstrahler, welche sich rücksichtlich des inneren Baues durch den Mangel eines Luftganges der Schwimmblase den Acanthopteri anschliessen, meist mit kehlständigen Bauchflossen.

Fam. *Ophidiidae. Ophidium barbatum* L., Mittelmeer. *Ammodytes tobianus* L., Sandaal, Nordsee. *Fierasfer acus* Brünn. Lebt parasitisch in Holothurien. Mittelmeer.

Fam. *Gadidae,* Schellfische. *Gadus morrhua* L., Kabeljau, getrocknet kommt er als Stockfisch, gesalzen als Laberdan in den Handel, aus der Leber wird der Leberthran bereitet. Der lange Zeit für eine besondere Art (*G. callarias*) gehaltene Dorsch ist die Jugendform vom Kabeljau. *G. aeglefinus* L., Schellfisch, mit schwarzem Fleck hinter der Brustflosse. *G. merlangus* L., nordeuropäische Küste. *Merluccius vulgaris* Flem., Mittelmeer. *Lota vulgaris* Cuv., Quappe, Raubfisch des süssen Wassers (Aalruttenöl).

Fam. *Pleuronectidae,* Seitenschwimmer. Leib comprimirt, scheibenförmig und auffallend asymmetrisch. Die nach oben dem Lichte zugekehrte Seite ist pigmentirt (mit Farbenwechsel), die andere pigmentlos. Beide Augen liegen auf der pigmentirten Seite, nach welcher der Kopf gedreht und die Gruppirung seiner Knochen verschoben scheint. *Hippoglossus vulgaris* Flem., Heiligenbutt, nordeuropäische Küsten. *Rhombus maximus* L., Steinbutt. *Rh. laevis* Rond., Glattbutt, europäische Küsten. *Pleuronectes platessa* L., Scholle, Goldbutt. *Pl. limanda* L., Kliesche. *Pl. flesus* L., Flunder (steigt in die Flüsse). Nordeuropäische Küsten. *Solea vulgaris* Quens., Zunge. Nordsee und Adria.

Fig. 754.



Exocoetus Rondeletii, nach Cuvier und Valenciennes.

Fam. *Scomberesocidae.* Marine Weichflosser mit cycloider Beschuppung. Untere Schlundknochen verwachsen (*Pharyngognathi*). *Belone acus* Rond., Hornhecht. *Scomberesox saurus* Walb., *Exocoetus evolans* L., Flughecht. Brustflossen zu Flugorganen vergrössert. *E. exiliens* L., europäische Meere. *E. Rondeletii* Cuv. Val., Mittelmeer. (Fig. 754.)

5. Unterordnung. *Acanthopteri.* Hartflossenstrahler mit kammförmigen Kiemen, meist mit getrennten unteren Schlundknochen und bruststänidigen, selten kehl- oder bauchständigen Bauchflossen, ohne Luftgang an der geschlossenen Schwimmblase.

1. Tribus. *Pharyngognathi.* Mit verwachsenen unteren Schlundknochen.

Fam. *Pomacentridae. Amphiprion bifasciatus* Bl., Neu-Guinea. *Pomacentrus fasciatus* Bloch., Ostindien.

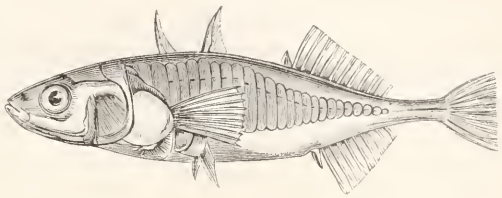
Fam. *Labridae,* Lippfische. Lebhaft gefärbte Fische mit fleischigen vorstreckbaren Lippen. *Labrus maculatus* Bl., europäische Küste. *Crenilabrus pavo* Brünn. *Julis pavo* Hassq., Mittelmeer. *Scarus cretensis* Aldr., Papageifisch. Mittelmeer.

2. Tribus. *Acanthopteri* s. str. Untere Schlundknochen nicht verwachsen.

Fam. *Percidae,* Barsche. Brustflosser mit Ctenoidschuppen, gezähneltem oder bedorntem Rand des Kiemendeckels oder Vordeckels, mit Hechel- oder Borstenzähnen am

Zwischenkiefer, Unterkiefer, Vomer und Gaumenbein. *Perca fluviatilis* Rond. (Fig. 720), Flussbarsch, ein gefrässiger Raubfisch, der namentlich auf die kleinen Cyprinoiden Jagd macht. *Labrax lupus* Cuv., Seebarsch, Mittelmeer. *Acerina cernua* L., Kaulbarsch, Flussfisch. *Lucioperca sandra* Cuv., Sander, Flussfisch des östlichen Europa. *Aspro vulgaris* Cuv., Streber, Donau. *Serranus scriba* L., Zwitter, Mittelmeer. *Gasterosteus aculeatus* L., Stichling (Fig. 755), bekannt durch den Nestbau und die Brutpflege. *G. pungitius* L., kleiner Stichling. (Fig. 756.) *G. spinachia* L. Seestichling.

Fig. 755.



Gasterosteus aculeatus, nach Heckel und Kner.

Fam. *Mullidae*, Meerbarben. *Mullus barbatus* L. Anschliessend *Dentex vulgaris* Cuv. Val., Mittelmeer.

Fam. *Sparidae*, Meerbrassen. *Cantharus vulgaris* Cuv. Val., *Sargus Rondeletii* Cuv. Val., *Charax puntazzo* L., Mittelmeer. *Pagellus erythrinus* L. *Chrysophrys aurata* L., Goldbrasse, Mittelmeer.

Fam. *Squamipennes*, Schuppenflosser. *Chaetodon fasciatus* Forsk., Klippfisch, Rothes Meer. *Toxotes jaculator* Pall., Spritzfisch, Ostindien.

Fam. *Triglidae*, Panzerwangen. Die breiten Suborbitalknochen mit dem stacheligen Vordeckel zu einer Knochendecke verwachsen. *Scorpaena porcus* L. *Sc. scrofa* L., Mittelmeer. *Cottus gobio* L., Kaulkopf, ein kleiner Fisch in klaren Bächen und Flüssen, der sich gerne unter Steinen verbirgt und durch das Aufblähen des Kiemendeckels vertheidigt, bekannt durch die Brutpflege des Männchens. *C. scorpius* L., Seescorpion. *Trigla gunardus* L., *Dactylopterus volitans* L., fliegender Fisch. *Uranoscopus scaber* L., Sternseher, Mittelmeer. *Trachinus draco* L., Mittelmeer.

Fig. 756.

Nest des *Gasterosteus pungitius*, nach Landois.

Fam. *Sciaenidae*, Umberfische. *Umbrina cirrhosa* L., Mittelmeer. *Corvina nigra* Salv., Mittelmeer. *Sciaena aquila* Risso, Mittelmeer.

Fam. *Scomberidae*, Makrelen. Von langgestreckter, mehr oder minder compresser, zuweilen sehr hoher Körpergestalt, oft mit silberglänzender Haut, bald nackt bald mit kleinen Schuppen, stellenweise auch, namentlich an der Seitenlinie, mit gekielten Knochenplatten bekleidet, meist mit halbmondförmig ausgeschnittener Schwanzflosse. Bilden zumal wegen des schmackhaften Fleisches einen wichtigen Gegenstand des Fischfanges, die Makrelen in der Nordsee und im Canal, die Thunfische für die Küstenbewohner des Mittelmeeres. *Scomber scombrus* L., Makrele. *Thynnus vulgaris* Cuv. Val., Thunfisch. *Pelamys sarda* Bl., Mittelmeer. *Zeus faber* L., Häringskönig oder Sonnenfisch. *Caranx trachurus* L., Stocker, europäische Küste. *Xiphias gladius* L., Schwertfisch, Mittelmeer. *Echeneis naucrates* L., Schiffshalter.

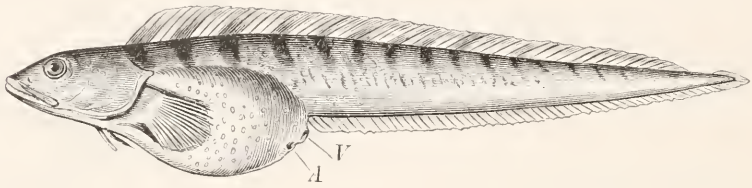
Fam. *Gobiidae*, Meergrundeln. *Gobius niger* Rond., *G. fluviatilis* Pall., in den Flüssen Italiens und des südwestlichen Russlands. *Callionymus lyra* L. *Cyclopterus lumpus* L., Seehase, Bauchflossen zu einer Scheibe umgebildet.

Fam. *Blenniidae*, Schleimfische. *Annarhichas lupus* L., Seewolf. *Blennius ocellaris* L., Mittelmeer. *Zoarces viviparus* Cuv., (Fig. 757), Aalmutter, lebendig gebärend.

Fam. *Taenionidae*, Silberglänzende Seefische mit comprimirtem, bandartig verlängertem Leib. *Trachypterus falx* Cuv. Val. = *Tr. taenia* Bl. Schn., Nizza. *Cepola rubescens* L., Bandfisch, europäische Küsten.

Fam. *Mugilidae*. *Atherina hepsetus* L., *Mugil cephalus* Cuv., Mittelmeer.

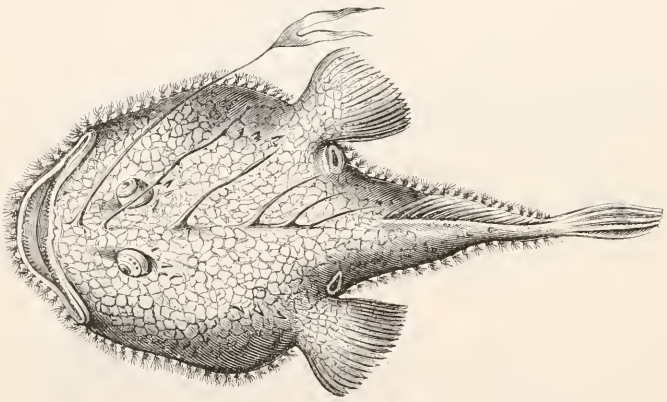
Fig. 757.



Zoarces viviparus. *A* Afteröffnung, *V* Urogenitalöffnung.

Fam. *Labyrinthici*, Labyrinthfische. Die oberen Schlundknochen durch Aushöhlungen zu maeandrinenartig gewundenen Blättern gestaltet, in deren Zwischenräumen das zur Befeuchtung der Kiemen nöthige Wasser zurückgehalten wird. (Fig. 732.) Süsswasserfische. *Anabas scandens* Dald., Kletterfisch, Ostindien. *Macropodus* Lac.

Fig. 758.



Lophius piscatorius, nach Cuvier und Valenciennes.

Fam. *Fistularidae*, Röhrenmäuler. Mit röhrenförmig verlängerter Schnauze. *Aulostoma chinense* L., Trompetenfisch. *Fistularia tabaccaria* L., Pfeifenfisch. *Centriscus scolopax* L., Schnepfenfisch, Mittelmeer.

Fam. *Pediculati*, Armflosser. Von gedrungener plumper Körperform, mit nackter oder von rauhen Höckern bedeckter Haut, mit kleinen kehlständigen Bauchflossen und grossen Brustflossen, welche durch stielförmige Verlängerung ihrer sogenannten Carpalstücke zu armähnlichen beweglichen Stützen des Körpers werden und in der That auch zum Fortschieben und Kriechen gebraucht werden. *Lophius piscatorius* L. (Βάτραχος der Griechen), europäische Küsten. (Fig. 758.) *Chironectes pictus* Cuv., tropische Meere. *Malthe vespertilio* L., Fledermausfisch. Atlantische Küste von Südamerika.

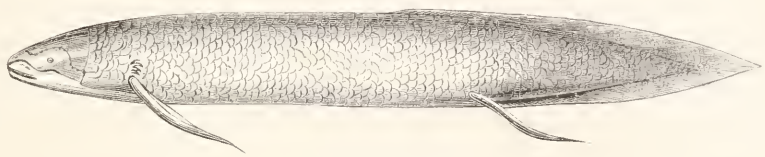
6. Ordnung. **Dipnoi** [1]**), Lurchfische.**

Beschuppte Fische mit Kiemen- und Lungenathmung, mit persistirender Chorda, mit muskulösem Conus arteriosus und Spiralklappe des Darmes.

[1]) Th. L. Bischoff, Lepidosiren paradoxa, anatomisch untersucht und beschrieben. Leipzig, 1840. J. Hyrtl, Lepidosiren paradoxa. Eine Monographie. Mit 5 Kupfertafeln. Prag, 1845. G. Krefft, Beschreibung eines gigantischen Amphibiums aus dem Wide-

Die Lurchfische (Fig. 759) bilden eine so ausgezeichnete Uebergangsgruppe zwischen Fischen und Amphibien, dass sie von ihrem ersten Entdecker als fischähnliche Reptilien betrachtet wurden und auch später noch als Schuppenlurche bezeichnet werden konnten. In ihrer äusseren Körpergestalt erscheinen sie entschieden als Fische. Der breite flache Kopf besitzt kleine seitliche Augen und eine ziemlich weit gespaltene Schnauze, an deren Spitze die beiden Nasen-

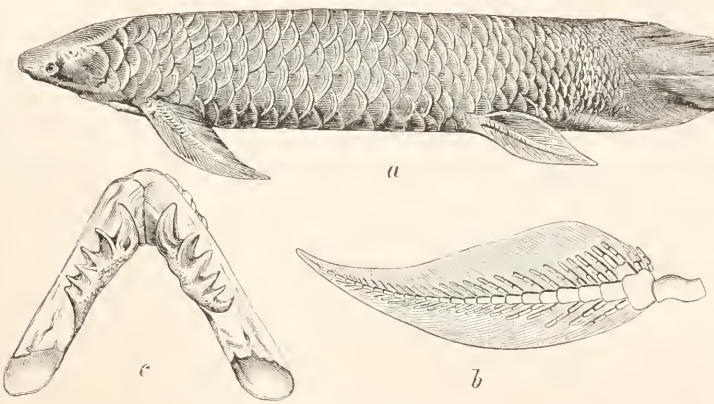
Fig. 759.



Protopterus annectens.

öffnungen liegen. Unmittelbar hinter dem Kopfe finden sich zwei Brustflossen, die ebenso wie die gleichgestalteten weit nach hinten liegenden Bauchflossen einen häutigen, durch Strahlen gestützten einseitigen Saum erkennen lassen oder (*Ceradotus*) ähnlich wie die Flossen der *Crossopterygier* aus einem centralen, von schuppiger Haut überzogenen Schafte und zwei seitlichen, von Strahlen gestützten Säumen bestehen. (Fig. 760.) Vor dem vorderen Flossenpaare be-

Fig. 760.



a Ceratodus miolepis. b Brustflosse desselben, nach Günther. *c* Unterkiefer mit den Zahnplatten von *Ceratodus Forsteri*, nach Krefft.

merkt man jederseits eine Kiemenspalte, über welcher bei der afrikanischen Gattung *Protopterus* (*Rhinocryptis*) bis in das spätere Alter drei äussere Kiemenbäumchen erhalten bleiben. Bei der in Brasilien einheimischen Gattung *Lepidosiren* fehlen äussere Kiemen.

Wie in der äusseren Gestalt, so erweisen sich die Lurchfische auch durch den Besitz von Kiemen als Fische. Diese sind entweder (*Ceratodus*) wie die

Bay-District in Queensland.' A. Günther. Ceratodus und seine Stelle im System. Arch. für Naturgesch., Tom. XXXVII, 1871. Derselbe, Description of Ceratodus, a genus of Ganoid Fishes. Phil. Transact. 1871.

Fischkiemen in vierfacher Zahl vorhanden oder ihrer Zahl nach reducirt. Die Skeletbildung weist entschieden auf die Ganoiden hin, mit denen die Dipnoer überhaupt nahe verwandt sind. Bei *Lepidosiren* persistirt eine zusammenhängende knorpelige Rückensaite, von deren Faserscheide verknöcherte obere und untere Bogenschenkel mit Rippen ausgehen. Nach vorne setzt sich die Chorda bis in die Basis des Schädels fort, welcher auf der Stufe der primordialen Knorpelkapsel stehen bleibt, jedoch bereits von einigen wenigen Knochenstücken überdeckt wird. Weit stärker sind die Gesichtsknochen des Kopfes entwickelt, namentlich die Kiefer, deren Bezahnung wie bei den Chimaeren aus senkrecht gestellten schneidenden Platten besteht oder aber (*Ceratodus*) an die von *Cestracion* erinnert. Der Darmcanal birgt eine Spiralklappe, welche in einiger Entfernung von der bald mehr rechtsseitig, bald mehr linksseitig ausmündenden Kloake endet. Diese nimmt die Geschlechtsöffnung und zu deren Seiten die Mündungen der Ureteren auf. An ihrer Hinterseite findet sich bei *Lepidosiren* eine selbständige Harnblase.

Die Athmung durch Lungen, sowie das Vorhandensein eines doppelten Vorhofes führt zu den nackten Amphibien hin. Die knorpeligen Nasenkapseln durchbrechen wie bei allen Luftathmern durch hintere Oeffnungen das Gaumengewölbe, und zwar weit vorne, unmittelbar hinter der Schnauzenspitze. Zwei (bei *Ceratodus* nur ein einfacher) retroperitoneal über den Nieren gelegene Säcke, welche mittelst eines kurzen gemeinschaftlichen Ganges in die vordere Wand des Schlundes einmünden, morphologisch der Schwimmblase aequivalent, verhalten sich als Lungen, indem sie venöses Blut aus einem Zweige des unteren Aortenbogens erhalten und arterielles Blut durch Lungenvenen zum Herzen zurückgelangen lassen. Zu dieser Uebereinstimmung mit den Amphibien kommt mit der Ausbildung eines doppelten Kreislaufes die gleiche Gestaltung des Herzens und der Hauptstämme des Gefässsystems, indem eine unvollkommene Scheidung des Vorhofes, sowie theilweise des Ventrikels in eine linke und rechte Abtheilung vorhanden ist, welche sich auch auf den Conus arteriosus erstreckt. Letzterer besitzt entweder Klappenvorrichtungen ähnlich denen der Ganoiden (*Ceratodus*), oder enthält wie bei den Fröschen zwei seitliche spirale Längsfalten, welche am vorderen Ende verschmelzen und die Scheidung des Lumens in zwei Hälften, für die Kiemenarterien und Lungengefässe, vorbereiten.

1. Unterordnung. *Monopneumona*. Körper mit grossen cycloiden Schuppen bedeckt. (Fig. 760 *a*.) Vomer mit zwei schiefen, Scheidezahn-ähnlichen Zahnlamellen. Gaumen mit einem Paare grosser und langer Zahnplatten von flacher welliger Oberfläche und mit fünf bis sechs scharfen Zacken an der Aussenseite. Unterkiefer mit zwei ähnlichen Zahnplatten. Flossen wie die der Crossopterygier mit beschupptem Schafte und strahligem Doppelsaume. (Fig. 760 *b*,*c*.) Die Klappen im Conus arteriosus nach Art der Ganoiden. Kiemenapparat aus fünf Knorpelbögen und vier Kiemen gebildet. Pseudobranchien sind vorhanden. Die Lunge ist einfach und aus zwei symmetrischen Hälften zusammengesetzt. Die beiden

Ureteren münden durch eine gemeinsame Oeffnung an der Rückenseite der Kloake. Hinter dem After ein Paar weiter Peritonealspalten. Leben von Blättern, die sie mit den Schneidezähnen abreissen und mit den Zahnplatten zerkauen; sie benutzen vorwiegend die Lunge zur Respiration, wenn das schlammige Wasser von Gasen organischer Stoffe erfüllt ist. Lebten schon zur Trias-Zeit.

Fam. *Ceratodidae* mit der einzigen Gattung *Ceratodus* Ag. (Fig. 760.) *C. Forsteri* Krefft (und *miolepis* Günth.), Barramunda, Queensland, wird bis 6 Fuss lang und ist des lachsähnlichen Fleisches halber als Speise geschätzt.

2. Unterordnung. *Dipneumona*. Flossen schmal, mit gegliedertem Knorpelstab (Stammreihe) und Strahlen nur an einer Seite. Kiemen mehr reducirt. Klappeneinrichtung des Conus arteriosus ähnlich denen der Batrachier. Lungen paarig.

Fam. *Lepidosirenidae*. *Protopterus* (*Rhinocryptis* Peters) *annectens* (Fig. 759) Owen, mit vier Kiemenspalten, tropisches Afrika. *P. amphibius* Peters mit fünf Kiemenspalten. *Lepidosiren paradoxa* Fitzg., Brasilien.

II. Classe. Amphibia[1]), Amphibien, Lurche.

Kaltblüter mit meist nackter Haut, mit Lungen und vorübergehender oder persistenter Kiemenathmung, unvollständig doppeltem Kreislauf, ohne Amnion und Allantois der Embryonen, welche als Larven ausschlüpfen.

Die äussere Körpergestalt schliesst oft noch durch die seitliche Compression des Leibes und den flossenförmigen Ruderschwanz an die Fische an, weist jedoch schon auf den wechselnden Aufenthalt im Wasser und auf dem Lande hin und zeigt in den höheren Typen mannigfaltige, zu kriechenden, kletternden und springenden Landthieren hinführende Gestaltungsformen. Im Allgemeinen praevalirt ein langgestreckter cylindrischer oder mehr comprimirter Körper, der häufig mit einem ansehnlichen compressen Ruderschwanz endet. Extremitäten können fehlen, wie bei den drehrunden, unterirdisch in feuchter Erde lebenden Blindwühlern, in anderen Fällen finden sich blos kurze Vordergliedmassen (*Siren*) oder vordere und hintere Stummel mit reducirter Zehenzahl, welche den sich schlängelnden Körper nicht vom Boden erheben können. Auch da, wo die Extremitäten eine ansehnliche Grösse erhalten und mit vier oder fünf Zehen enden, wirken sie mehr als Nachschieber zur Fortbewegung des langgestreckten, sich schlängelnden Rumpfes. Nur die Batrachier, deren kurzer gedrungener Rumpf im ausgebildeten Zustande des Schwanzes entbehrt, besitzen kräftige, zum Laufen und zum Sprunge, selbst zum Klettern taugliche Extremitätenpaare.

Die drüsenreiche, auch für die Athmung (Perspiration) bedeutungsvolle Haut[2]) bleibt in der Regel nackt und schlüpfrig, nur die Blindwühler besitzen schienenartig verdickte Hautringe und in diesen Schüppchen. Auch die Sinnes-

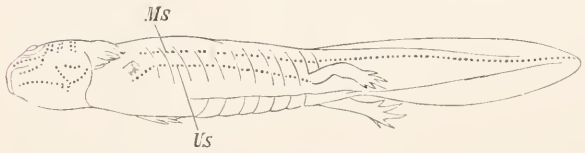
[1]) Wagner, Natürliches System der Amphibien. München, 1830. Duméril et Bibron, Erpétologie générale etc. Paris, 1834—1854.

[2]) Fr. E. Schulze, Epithel- und Drüsenzellen. 1. Die Oberhaut der Fische und Amphibien. Archiv für mikrosk. Anatomie, Tom. III. 1867.

organe der Seitenlinien (Fig. 761) finden sich bei den im Wasser lebenden Formen, insbesondere im Larvenzustande wieder. Sehr allgemein liegen Drüsen und Pigmente in der Hautbedeckung. Erstere sondern oft (die *Parotiden*, sowie Drüsenwülste an den Seiten und hinteren Extremitäten) ätzende und stark riechende Säfte ab, welche auf andere Organismen giftig wirken. Die mannigfachen Färbungen der Haut rühren vornehmlich von ramificirten Pigmentzellen der Cutis her, welche bei den Fröschen durch selbständige Gestaltveränderungen das schon länger bekannte Phänomen des Farbenwechsels bedingen.

Obwohl am Skelet eine Chorda dorsalis (Blindwühler, *Proteus*) persistiren kann, kommt es stets zur Bildung knöcherner, zunächst biconcaver Wirbel [1]), welche durch Intervertebralknorpel geschieden sind. Bei den *Salamandrinen* verdrängt allmälig der wachsende Intervertebralknorpel die in ihren Resten verknorpelnde Chorda, und es kommt durch weitere Differenzirung des ersteren zur Anlage eines Gelenkkopfes und einer Gelenkpfanne, die jedoch nur bei den mit procoelen Wirbelkörpern versehenen *Batrachiern* zur völligen Sonderung gelangen. Bei den Salamandrinen sind die Wirbelknorpel opisthocoel. Die Zahl der Wirbel ist meist, der langgestreckten Körperform entsprechend, eine bedeutende; bei den *Batrachiern* dagegen besteht die Wirbelsäule nur aus zehn Wirbeln mit auffallend langen Querfortsätzen, welche meist zugleich die Rippen vertreten, während sich sonst mit Ausnahme des ersten Wirbels an fast allen Rumpfwirbeln kleine knorpelige Rippenrudimente finden. Die Sacralregion wird von einem einzigen Wirbel gebildet. (Fig. 762.)

Fig. 761.



Larve von *Salamandra maculata*, nach Malbrane. *Ms* Mittlere, *Us* untere Seitenlinie.

Vom Kopfskelet wird der knorpelige Primordialschädel, im Larvenleben ziemlich vollständig, jedoch ohne Decke und Boden (zwischen den Trabekeln) angelegt (Fig. 763) und später theilweise von Knochen verdrängt, die theils Ossificationen der Knorpelkapsel (*Occipitalia lateralia*, *Gehörkapsel*, *Gürtelbein* oder *Os en ceinture*) sind, theils als Belegknochen (*Parietalia*, *Frontalia*, *Nasalia*, *Vomer*, *Parasphenoideum*) ihren Ursprung nehmen. (Fig. 764.) Wie bei Lepidosiren bleiben *Occipitale basale* und *superius* kleine Knorpelstreifen, ebenso finden wir noch ein *Parasphenoideum* an der Schädelbasis. Die mächtigen *Occipitalia lateralia* (mit dem *Opisthoticum* verschmolzen) articuliren wie bei den Säugethieren mittelst doppelter Gelenkhöcker auf dem vordersten Wirbel. Die vorspringende Ohrgegend entspricht dem *Prooticum*, welches von der *Fenestra ovalis* durchbrochen wird. Während die Seitenwand des Schädels

[1]) Vergl. besonders C. Gegenbaur. Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelsäule bei Amphibien und Reptilien. Leipzig. 1862.

knorpelig bleibt, tritt in der Ethmoidalgegend ein ringförmiger Knochen, das *Gürtelbein*, auf.

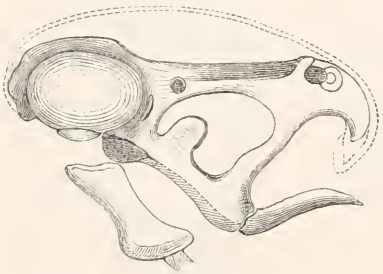
Die Verbindung des Schädels mit dem Kieferbogen ist wie bei Lepidosiren eine feste. *Kieferstiel* und *Palato-Quadratum* legen sich im Zusammenhange mit der knorpeligen Schädelkapsel an und bilden jederseits einen weit abstehenden infraorbitalen Bogen, dessen Vorderende entweder frei bleibt oder mit dem Ethmoidalknorpel verschmilzt. Die am Ende des Kieferstiels auftretende Ossification bildet das *Quadratum*, während eine dem Knorpel auflagernde, hammerförmige Deckplatte als *Squamosum*, richtiger vielleicht als *Tympanicum* bezeichnet wird. Ein zweiter von unten anliegender Knochen erstreckt sich im Bogen nach vorne und ist das *Pterygoideum*, an welches sich nach vorne das quer zum paarigen *Vomer* hinziehende *Palatinum* anschliesst. Der äussere Kieferbogen, gebildet durch die *Intermaxillar-* und *Maxillar*knochen, kann mittelst einer dritten hinteren Knochenspange (*Quadratojugale*) bis zum *Quadratum* reichen, bleibt aber bei manchen Perennibranchiaten unvollständig, indem der Oberkieferknochen fehlt. Am Visceralskelet zeigt sich entschieden eine mehr oder minder tiefgreifende Reduction im Zusammenhange mit der Rückbildung der Kiemenathmung. Die mit bleibenden Kiemen versehenen Amphibien (*Perennibranchiaten*) besitzen die Visceralbögen in grösserer Zahl und in ähnlicher Gestalt, wie sie bei den übrigen Formen nur vorübergehend im Larvenleben auftreten. Hier treten noch vier bis fünf Bogenpaare auf, von denen das vordere den Zungenbeinbogen darstellt. (Fig. 762 *b*.) Die Copula bleibt einfach und wird von den beiden letzten Bögen nicht mehr erreicht. Bei den *Salamandrinen* persistiren ausser dem Zungenbeinbogen noch Reste von zwei Kiemenbögen, während sich bei den *Batrachiern* im ausgebildeten Zustande nur ein einziges Paar von Bogenstücken am Zungenbeine erhält. Dasselbe fügt sich an den Hinterrand des Zungenbeinkörpers an und wird als Suspensorium des Kehlkopfes verwendet.

Fig. 762

a Skelet von *Menopoma alleghaniense*. *Ocl* Occipitale laterale, *P* Parietale, *F* Frontale, *Ty* Tympanicum, *Pe* Petrosum, *Mx* Maxillare, *Jmx* Intermaxillare, *N* Nasale, *Vo* Vomer, *Et* Os en ceinture, *Pt* Pterygoideum, *Sc* Schultergürtel, *Jl* Beckengürtel, *S* Sacralwirbel, *R* Rippen. — *b* Zungenbeinbogen (*Zb*) und Kiemenbogen (*Kb*) desselben.

Am Schultergerüst unterscheidet man drei Stücke als *Scapulare*, *Procoracoideum* und *Coracoideum*, wozu noch ein oberes knorpeliges *Suprascapulare*, ferner bei den Anuren am Procoracoideum eine *Clavicula* hinzukommt. Während bei den geschwänzten Amphibien ein unterer Schluss des Gürtels fehlt, kommt derselbe bei den Batrachiern sowohl durch die mediane Verbindung beider Hälften, als durch Anlagerung an eine als *Sternum* zu deutende Platte zu Stande, an deren vorderem Ende eine *Episternal*platte hinzutritt. Für das Becken ist die schmale Form der Darmbeine charakteristisch, welche, an den starken Querfortsätzen eines einzigen Wirbels befestigt, an ihrem hinteren Ende mit dem Sitz- und Schambeine verschmelzen.

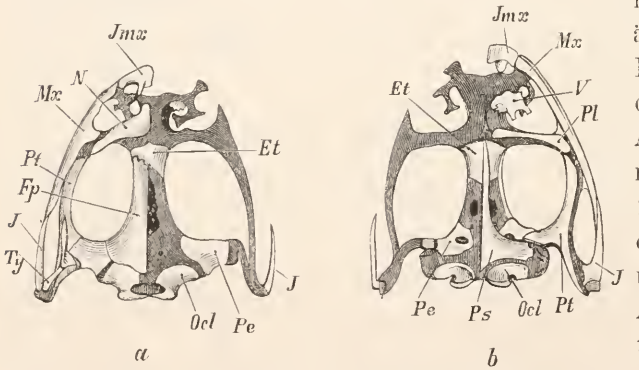
Fig. 763.



Primordialschädel einer Kaulquappe, nach Parker.

Das *Nervensystem* erhebt sich bereits in mehrfacher Hinsicht über das der Fische. Das Gehirn (pag. 77, Fig. 99) bleibt zwar in allen Fällen klein, indessen sind die Hemisphären umfangreich und die Differenzirung des Zwischen- und Mittelhirns weiter vorgeschritten. Die Lobi optici erlangen eine ansehnliche Grösse und das verlängerte Mark umschliesst eine breite Rautengrube. Die Hirnnerven verhalten sich ähnlich wie bei den Fischen, indem nicht nur der *N. facialis* und die Augenmuskelnerven oft noch in den Bereich des *Trigeminus* fallen, sondern *Glossopharyngeus* und *Accessorius* durch Aeste des *Vagus* vertreten werden. Der *Hypoglossus* ist wie dort erster Spinalnerv.

Fig. 764.

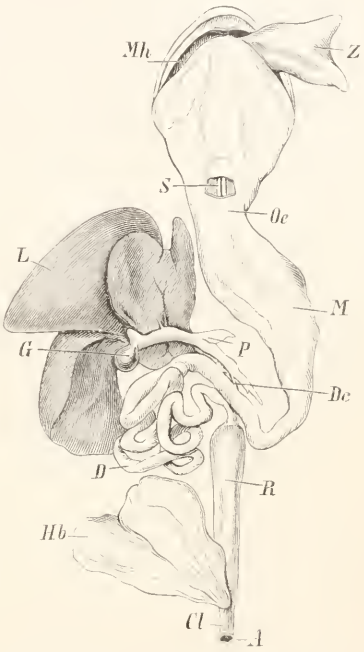


Schädel von *Rana esculenta*, nach Ecker, *a* von der Dorsal-, *b* von der Ventralseite. *Ocl* Occipitale laterale, *Pe* Petrosum (Prooticum), *Et* Gürtelbein, *Ty* Tympanicum, *Fp* Frontoparietale, *J* Quadrato-Jugale (Jugale), *Mx* Maxillare, *Jmx* Intermaxillare, *N* Nasale, *Ps* Parasphenoideum, *Pt* Pterygoideum, *Pl* Palatinum, *V* Vomer.

Von den Sinnesorganen können die beiden Augen rudimentär und unter der Haut versteckt sein (Olm und Blindwühler). Bei den Perennibranchiaten fehlen Lidbildungen noch vollständig, während die Salamandrinen ein oberes und unteres Augenlid und die Batrachier mit Ausnahme von *Pipa* ausser dem oberen Augenlide eine grosse, sehr bewegliche Nickhaut besitzen, neben der nur bei *Bufo* ein unteres rudimentäres Augenlid vorkommt. Bei den Batrachiern tritt ein Retractor auf, durch welchen der grosse Augenbulbus weit zurückgezogen werden kann. Im Baue des

Gehörorganes [1]) schliessen sich die Amphibien an die Fische an. Dasselbe beschränkt sich auf das Labyrinth mit drei halbzirkelförmigen Canälen, nur bei den Batrachiern tritt noch eine Paukenhöhle hinzu, welche mit weiter Tuba Eustachii in den Rachen mündet und aussen von einem bald freiliegenden, bald von der Haut bedeckten Trommelfell verschlossen wird, dessen Verbindung mit dem ovalen Fenster ein kleines, dem *Hyomandibulare* entsprechendes Knorpelstäbchen nebst Knorpelplättchen (*Columella* nebst *Operculum*) herstellt. Bei fehlender Paukenhöhle werden diese Deckgebilde des ovalen Fensters von Muskeln und Haut überzogen. Die zuerst durch Deiters bei Fröschen entdeckte rudimentäre Schnecke dürfte allen Amphibien zukommen. Die *Geruchsorgane* sind stets paarige, mit Faltungen der Schleimhaut versehene Nasenhöhlen, welche noch vorne innerhalb der Lippen, bei den Batrachiern und Salamandrinen weiter nach hinten zwischen Oberkiefer und Gaumenbein mit der Rachenhöhle communiciren. Als Sitz des *Tastsinnes* ist die äussere nervenreiche Haut zu betrachten. Dass auch der *Geschmackssinn* vorhanden ist, ergibt sich aus dem Vorhandensein von Geschmackspapillen auf der Zunge der Batrachier. Freilich verschlucken unsere Thiere ihre Nahrung unzerkleinert, und die meist vorne angewachsene Zunge dient auch zu anderen Functionen, wie bei den Batrachiern als Fangapparat, indem ihr zweilappiges Hinterende nach vorne geklappt wird. Zuweilen fehlt die Zunge (*Pipa*).

Fig. 765.



Der Darmtractus von Frosch, von der Ventralseite gesehen. *Mh* Mundhöhle, *Z* die herausgeschlagene Zunge, *S* Eingang in den Kehlkopf mit der Stimmritze, *Oe* Oesophagus, *M* Magen, *D* Dünndarm, *P* Pancreas, *L* Leber, *G* Gallenblase. *De* gemeinsamer Ausführungsgang von Leber und Pancreas, *R* Dickdarm, *Hb* Harnblase, *Cl* Kloake, *A* Afteröffnung.

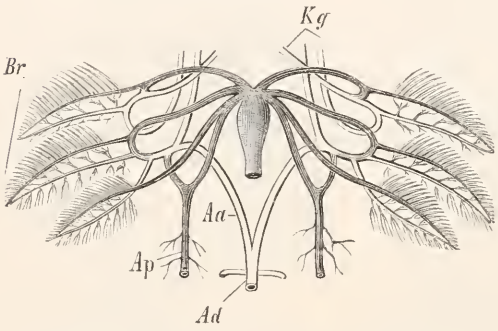
Den Eingang in den *Verdauungscanal* (Fig. 765) bildet eine mit weit gespaltenem Rachen beginnende Mundhöhle, deren Kiefer- und Gaumenknochen (Vomer, Palatinum) in der Regel mit spitzen, nach hinten gekrümmten Zähnen bewaffnet sind, welche nicht zum Kauen, sondern zum Festhalten der Beute gebraucht werden. Selten fehlen Zähne, wie bei *Pipa* und einigen Kröten, während sie bei den Fröschen stets im Oberkiefer und Gaumen vorhanden sind. Am Darm unterscheiden wir einen kurzen Oesophagus, welcher in einen Magen führt, der sich bei den Batrachiern schärfer absetzt und bei den Bufoniden quer zu stellen beginnt. Der darauffolgende Mitteldarm beschreibt mehrfache Windungen und geht endlich in

[1]) Vergl. insbesondere die Arbeiten von Deiters, Hasse und Retzius.

den blasenförmig erweiterten Enddarm über. Als Anhangsdrüsen des Darmes finden wir das Pancreas und die Leber mit Gallenblase, deren Ausführungsgang jenen des Pancreas aufnimmt.

Die *Athmungs*- und *Kreislaufsorgane* der Amphibien wiederholen im Wesentlichsten die Gestaltungsverhältnisse der Dipnoër und charakterisiren unsere Thiere als Verbindungsglieder zwischen den durch Kiemen athmenden Wasserbewohnern und den höheren Wirbelthieren mit Lungenrespiration. Ueberall finden sich zwei einfache oder mit zelligen Räumen versehene Lungensäcke, neben denselben aber noch, sei es nur im Jugendalter oder auch im ausgebildeten Zustande (*Perennibranchiaten*, pag. 60, Fig. 73), drei (oder vier) Paare von Kiemen, welche bald in einem von einer Hautduplicatur bedeckten Raume mit äusserer Kiemenspalte eingeschlossen liegen, bald als ästige oder gefiederte Hautanhänge frei am Halse hervorragen. Die Athembewegungen werden bei dem Mangel eines erweiterungs- und verengerungsfähigen Thorax durch die Muskulatur des Zungenbeins und durch die Bauchmuskeln bewirkt. Die unpaare, durch Knorpelstäbe gestützte Luftröhre erscheint meist bei auffallender Kürze und Weite einem Kehlkopfe ähnlich und ist nur bei den Anuren zu einem Stimmorgane ausgebildet, welches laute, quackende Töne hervorbringt und häufig im männlichen Geschlechte durch einen Resonanzapparat eines oder zweier mit der Rachenhöhle communicirender Kehlsäcke unterstützt wird.

Fig. 766.

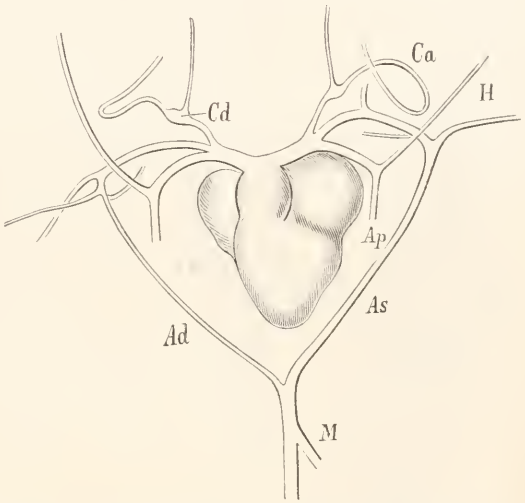


Aortenbögen einer älteren Froschlarve, aus Bergmann und Leuckart. *Aa* die sich zur Aorta descendens (*Ad*) vereinigenden Aortenbögen, *Ap* Arteria pulmonalis, *Kg* Kopfgefässe, *Br* Kiemen.

Zur Zeit der ausschliesslichen Kiemenathmung verhält sich der Bau des Herzens und die Gestaltung der Hauptarterienstämme ganz ähnlich wie bei den Fischen. Später bei hinzutretender Lungenathmung wird der Kreislauf ein doppelter, und es findet durch ein Septum die Scheidung des rechten und linken Vorhofes statt, von denen der erstere die Körpervenen, der letztere die Lungenvenen aufnimmt. Dagegen bleibt die Herzkammer stets noch einfach, enthält daher gemischtes Blut und führt durch einen muskulösen, rhythmisch pulsirenden Aortenconus in die aufsteigende Aorta mit den reducirten Gefässbögen. In der ersten Larvenperiode sind es vier Paare von Gefässbögen, welche ohne capillare Vertheilung den Schlund umziehen und sich unterhalb der Wirbelsäule zu den beiden Wurzeln der absteigenden Aorta verbinden. Mit dem Auftreten von Kiemen geben die drei vorderen Bogenpaare Gefässschlingen ab, welche das System der Kiemencapillaren bilden, während die zurückführenden Theile der Bögen untereinander in verschiedener Weise zur Bildung der Aortenwurzeln (Aorta descendens) zusammentreten. (Fig. 766.) Der vierte Gefäss-

bogen, der übrigens häufig (Batrachier) einen Zweig des dritten darstellt oder (Salamander) mit jenem in gemeinsamem Ostium am Bulbus entspringt, steht zur Kiemenathmung in keiner Beziehung und führt direct in die Aortenwurzel. Dieser untere Gefässbogen ist es, welcher einen Zweig zu den sich entwickelnden Lungen entsendet und so die Bildung der an Grösse und Bedeutung bald überwiegenden Lungenarterie einleitet. Während sich diese Verhältnisse bei den Perennibranchiaten im Wesentlichen zeitlebens erhalten, treten bei den Salamandrinen und Batrachiern mit dem Schwunde der Kiemen weitere Reductionen ein, welche zur Gefässvertheilung der höheren Wirbelthiere hinführen. Mit der Rückbildung der Kiemencapillaren wird die Verbindung des Aortenbulbus und der absteigenden Körperarterie wiederum durch einfache Bögen hergestellt, die zum Theile zu engem und obliterirtem Verbindungswege (*Ductus Botalli*) verkümmern oder völlig schwinden. (Fig. 767 und pag. 60, Fig. 74.) Der vordere Bogen entsendet Zweige zu der Zunge, sowie die Carotiden, an deren Ursprung sich eine Anschwellung, die sogenannte *Carotidendrüse*, findet. Die beiden mittleren bilden die Aortenwurzeln, von denen sich auch noch Aeste nach dem Kopfe abzweigen können. Der unterste, an seinem Ursprunge oft mit dem vorhergehenden verschmolzene Bogen gestaltet sich zur Lungenarterie um, meist mit Erhaltung eines dünnen, zuweilen obliterirten Ductus Botalli. Bei den Batrachiern, welche in Folge des Zusammenfallens der beiden unteren Gefässbögen nur drei Gefässbögen besitzen, ist die Aortenwurzel Fortsetzung des mittleren Bogens jeder Seite und gibt die Gefässe der Schultergegend und der vorderen Extremitäten, sowie auch an einer Seite die Eingeweidearterie ab. Der untere Bogen entsendet die Lungenarterie und einen starken Stamm für die Haut des Rückens, ohne den Verbindungsgang mit der Aortenwurzel bestehend zu erhalten. Wie bei den Fischen besteht ausser dem Pfortaderkreislauf der Leber ein solcher der Niere. Die Lymphgefässe der Amphibien begleiten die Blutgefässe als Geflechte oder weite lymphatische Bahnen. Nahe von den Einmündungsstellen in die Venen treten Lymphbehälter auf, welche rhythmisch pulsiren und die Bedeutung von Lymphherzen besitzen; so liegen bei den Fröschen zwei Lymphherzen unter der Rückenhaut in der Schultergegend und zwei dicht hinter

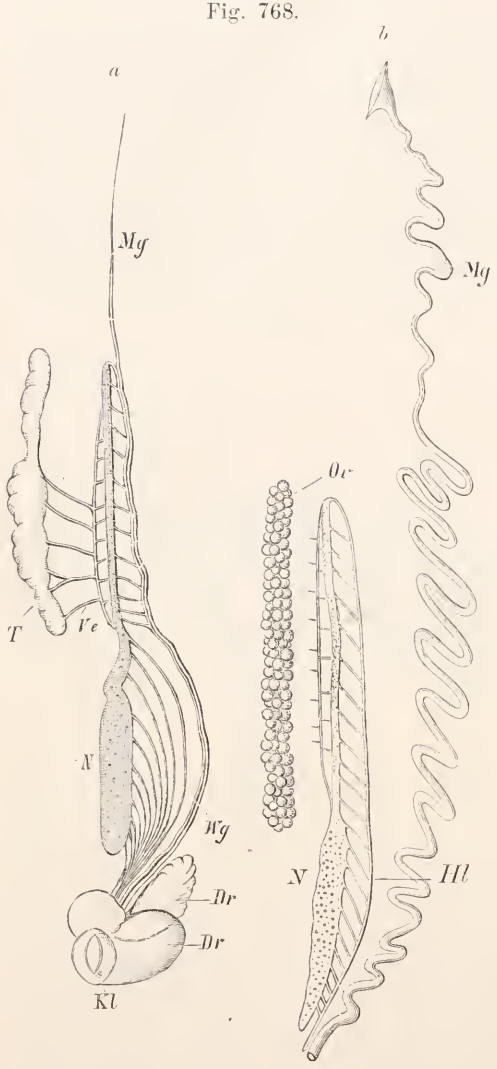
Fig. 767.



Herz mit den grösseren Gefässen einer Kröte. *Ad* rechter Aortenbogen, *As* linker Aortenbogen, *Ca* Carotis, *Cd* Carotidendrüse, *Ap* Arteria pulmonalis, *H* Arteria cutanea, *M* Arteria mesenterica.

dem Os ileum; bei den Salamandern sind nur hintere Lymphherzen bekannt geworden. Von Gefässdrüsen sind die stets paarige *Thymus* und die in keinem Falle fehlende *Milz* hervorzuheben.

Fig. 768.



a Linksseitiger Harn- und Geschlechtsapparat eines männlichen Salamanders, mehr schematisch. *T* Hoden, *Ve* Vasa efferentia, *N* Niere mit den austretenden Sammelröhrchen des Harnes, *Mg* Müller'scher Gang, *Wg* Wolff'scher Gang oder Samenleiter, *Kl* Kloake, *Dr* Prostatadrüsen. *b* Linksseitiger Harn- und Geschlechtsapparat eines weiblichen Salamanders ohne den Kloakentheil. *Or* Ovarium, *N* Niere, *Wl* der dem Wolff'schen Gang entsprechende Harnleiter, *Mg* Oviduct oder Müller'scher Gang.

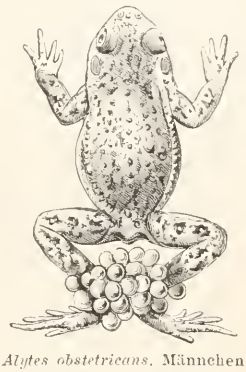
Die *Harnorgane* (Fig. 768) sind paarige Nieren, deren zahlreiche Harncanälchen in die primären Urnierengänge eintreten. An den Harncanälchen erhalten sich die Wimpertrichter (*Nephrostomata*). Die Ausführungsgänge öffnen sich auf warzenförmigen Vorsprüngen in die Hinterwand der Kloake, von deren Vorderwand die Harnblase meist als zweizipflige Aussackung entspringt. (Fig. 765.)

Ueberall besteht ein näheres Verhältniss der Harnorgane zu dem Ausführungsapparate der *Geschlechtsorgane*. (Fig. 768.) Wie bei den höheren Wirbelthieren die Primordialniere (Wolff'scher Körper) theilweise zum Nebenhoden wird und den ausführenden Apparat des Hodens herstellt, so fungirt auch bei den Amphibien ein Theil der hier als Harnorgan persistirenden Urniere als Nebenhoden. Indem sich die Vasa efferentia in die Niere einsenken und mit den Harncanälchen verbinden, führen sie ihren Inhalt, gewöhnlich mittelst eines gemeinsamen Ganges, in das als Harn-Samenleiter fungirende Endstück des Urnierenganges. Dazu kommen bei den Salamandern als Prostata bezeichnete Drüsen an der Kloakenwand. Im weiblichen Geschlechte übernimmt der bei dem männlichen Thiere rudimentäre Müller'sche Gang die Function des *Oviductes*. Dieser Gang beginnt mit freiem, trichterförmig erweitertem Ostium, nimmt einen geschlängelten Verlauf und mündet, oft unter Bildung einer Uterus-artigen Erweiterung, mit dem Harnleiter seitlich in die Kloake, in deren Wand bei

den Salamandrinen nach v. Siebold's Entdeckung schlauchförmige, als Samenbehälter fungirende Drüsen liegen. Ein vollkommener Hermaphroditismus scheint niemals vorzukommen, obwohl bei den männlichen Kröten, insbesondere bei *Bufo variabilis*, neben den Hoden Rudimente des Ovariums gefunden wurden.

Männchen und Weibchen unterscheiden sich oft durch Grösse und Färbung, sowie durch andere (Kehlsäcke), namentlich zur Brunstzeit im Frühjahre und Sommer hervortretende Eigenthümlichkeiten (Hautkämme). Trotz mangelnder äusserer Begattungsorgane kommt es zu einer Begattung, die freilich meist eine äussere Vereinigung beider Geschlechter bleibt (Batrachier) und eine Befruchtung der Eier ausserhalb des mütterlichen Körpers zur Folge hat. Bei den Urodelen [1]) kommt jedoch trotz Mangels äusserer Begattungseinrichtungen die Befruchtung innerhalb der Leitungswege zu Stande, indem nach dem vorausgegangenen Liebesspiel beider Geschlechter das Männchen seine Spermatophoren nach aussen abgibt, und das Weibchen die Samenmasse dieser mittelst der Kloakenlippen aufnimmt und in die als Receptacula fungirenden Schläuche der Kloakenwand gelangen lässt. In diesem Falle können die Eier im Innern des weiblichen Körpers ihre Entwicklung durchlaufen und lebendige Junge auf einer früheren oder späteren Stufe der Ausbildung geboren werden. Nur ausnahmsweise sorgen die Eltern durch Instincthandlungen für das weitere Schicksal der Brut, wie z. B. der Fessler (*Alytes*) (Fig. 769) und die südamerikanische Wabenkröte. Während sich das Männchen des Ersteren die Eierschnur um die Hinterschenkel windet, dann in feuchter Erde vergräbt und sich seiner Last erst nach vollendeter Entwicklung der Embryonen entledigt, streicht das Männchen von *Pipa* die abgelegten Eier auf den Rücken des Weibchens, welcher alsbald um die einzelnen Eier Zellen-artige Räume bildet, in denen die Embryonalentwicklung durchlaufen wird und die ausgeschlüpften Jungen ihre Metamorphose bestehen. Andere Gattungen, wie *Notodelphys*, besitzen einen geräumigen Brutsack unter der Rückenhaut. Von diesen Fällen abgesehen, werden die Eier entweder einzeln, vornehmlich an Wasserpflanzen angeklebt (Wassersalamander) oder in Schnüren oder unregelmässigen Klumpen abgesetzt. Im letzteren Falle secerniren die Wandungen des Eileiters eine eiweissähnliche Substanz, welche die Eier sowohl einzeln umhüllt als unter einander verbindet, und, im Wasser mächtig aufquellend eine gallertige Beschaffenheit annimmt.

Fig. 769.



Alytes obstetricans. Männchen mit der Eierschnur.

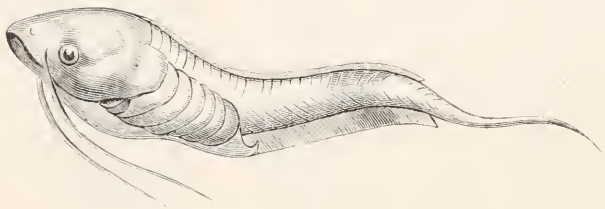
Die verhältnissmässig kleinen Eier [2]) durchlaufen nach der Befruchtung eine inaequale Furchung (pag. 106, Fig. 130). Im weiteren Verlaufe der Ent-

[1]) Vergl. F. Gasco, Les amours des Axolotls. Zool. Anzeiger. IV. Jahrg., 1881. E. Zeller, Ueber die Befruchtung der Urodelen. Zeitschr. für wiss. Zool. Tom. XLIX, 1890.

[2]) C. E. v. Baer, Ueber Entwicklungsgeschichte der Thiere. II. Königsberg. 1837. Reichert, Das Entwicklungsleben im Thierreich. Berlin, 1840. C. Vogt, Untersuchungen

wicklung kommt es nicht — und hierin stimmen die Amphibien mit den Fischen überein — zur Bildung von *Amnion* und *Allantois*, jener für die höheren Wirbelthiere charakteristischen Embryonalhäute, wenngleich in der vorderen, aus der Kloakenwand entstandenen Harnblase eine der Allantois morphologisch gleichwerthige Bildung vorliegt. Auch besitzen die Embryonen keinen äussern, vom Körper abgeschnürten Dottersack, da der Dotter frühzeitig in den Embryonalkörper eingeschlossen wird. Als Athmungsorgane entwickeln sich an den Visceralbögen Kiemen, welche meist erst im freien Leben zur vollen Entfaltung kommen. Die Jungen verlassen stets frühzeitig die Eihüllen, um eine Metamorphose zu durchlaufen. Die ausgeschlüpfte Larve erinnert durch den seitlich comprimirten Ruderschwanz sowie den Besitz äusserer Kiemen an die Fischform (Fig. 770) und entbehrt noch beider Extremitätenpaare, die erst mit fortschreitendem Wachsthum des Leibes hervorsprossen. Während dieser Vorgänge beginnt die Function der am Schlunde vorgewachsenen Lungensäcke, nachdem zuweilen (Batrachier) die äusseren Kiemenanhänge durch innere, von der Haut verdeckte Kiemenblättchen ersetzt worden sind, und sich seitlich am Halse zum Abfluss des Wassers eine Kiemenspalte ausgebildet hat (pag. 116, Fig. 137; Fig. 771). Endlich geht die Kiemenathmung durch Rückbildung der Kiemen und deren Gefässe vollständig verloren, der Ruderschwanz verkürzt sich mehr und mehr und wird zuletzt, wenigstens bei den Batrachiern, vollständig rückgebildet (pag. 117, Fig. 138). Bei *Hylodes martinicensis* fällt die Metamorphose weg und entwickelt sich der Embryo kiemenlos. In den übrigen Gruppen erhalten sich die späteren oder auch früheren Phasen der Entwicklungsreihe durch das ganze Leben, indem bei den *Salamandrinen* der Ruderschwanz, bei den *Perennibranchiaten* zugleich die Kiemen oder wenigstens die äusseren Kiemenspalten (*Derotremen*) persistiren, und die Extremitäten stummelförmig bleiben oder selbst nur im vorderen Paare zur Ausbildung kommen. Das System bildet demnach zur Entwicklungsgeschichte der Einzelformen eine annähernd zutreffende Parallele.

Fig. 770.



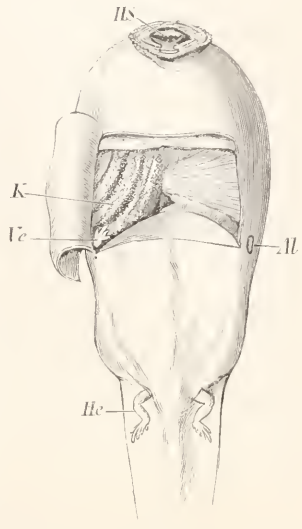
Larve von *Dactylethra*, nach Parker.

Häufig sind die Amphibien nur während der Larvenperiode an das Wasser gebunden, als Landthiere wählen sie dann im ausgebildeten Zustande feuchte schattige Plätze in der Nähe des Wassers, da eine feuchte Atmosphäre bei der

über die Entwicklungsgeschichte der Geburtshelferkröte. Solothurn, 1842. Rusconi, Histoire naturelle, développement et métamorphose de la Salamandre terrestre. Pavie, 1854. A. Götte, Entwicklungsgeschichte der Unke. Leipzig, 1874. O. Hertwig, Die Entwicklung des mittleren Keimblattes der Wirbelthiere. Jen. naturwiss. Zeitschr., Tom. XV und XVI, 1881—1882.

ausgeprägten Hautrespiration allen Bedürfniss erscheint. Die Nahrung besteht fast durchwegs aus Insecten und Würmern, im Larvenleben jedoch vorwiegend aus pflanzlichen Stoffen. Indessen ist das Nahrungsbedürfniss bei der geringen Energie der Lebensvorgänge, bei der Trägheit in den Bewegungen und psychischen Leistungen ein verhältnissmässig geringes. Viele können Monate lang ohne Nahrung ausdauern und so auch, wie z. B. die Batrachier, im Schlamme vergraben überwintern. Ueberhaupt zeichnen sich alle Amphibien durch grosse Lebenszähigkeit, sowie bedeutendes Reproductionsvermögen aus.

Fig. 771.



Larve von *Pelobates fuscus*, von der Bauchseite dargestellt mit geöffneter Kiemenhöhle. *K* innere Kiemen, *Al* linksseitige Oeffnung der Kiemenhöhle, *HS* Hornschnabel, *Ve* vordere Extremität, *He* Hintere Extremität.

Schon zur palaeozoischen Zeit gab es den Schwanzlurchen ähnliche Amphibien, die *Stegocephalen* und *Ganocephalen*. Dieselben erreichten theilweise eine sehr bedeutende Grösse und besassen ähnlich den Knochenganoiden eine sehr vollständige, von zahlreichen Hautknochen gebildete Bepanzerung der Schädeldecke (darunter ein doppeltes Occipitale superius) und ein Foramen parietale. Die Wirbel waren amphicoel und trugen lange Rippen; die Chorda war in ansehnlicher Stärke erhalten. Für *Branchiosaurus* [1]) wurden auch verschieden grosse Larven bekannt und der Nachweis geführt, dass in Folge fortschreitender Beckenverschiebung in distaler Richtung die Zahl der Praesacralwirbel während der Metamorphose eine grössere wird. Auch die zur Zeit der Trias lebenden *Labyrinthodonten* (*Mastodonsaurus*) waren Amphibien. Den jetzt lebenden Schwanzlurchen und Batrachiern zugehörige Formen traten erst zur Tertiärzeit auf.

1. Ordnung. **Apoda** [2]) **(Gymnophiona), Blindwühler.**

Kleinbeschuppte Lurche von wurmförmiger Gestalt, ohne Gliedmassen, mit biconcaven Wirbeln und kurzem Schwanz.

Die äussere Haut der lange zu den Schlangen gestellten Blindwühler enthält kleine Schüppchen, welche in quere Ringel bildenden Hautfalten gelagert sind. (Fig. 772.) Die innere Organisation, sowie die vorübergehende Kiemenathmung verweist die Blindwühler zu den Amphibien, unter denen sie

[1]) Vergl. H. Credner, Die Stegocephalen aus dem Rothliegenden des Plauen'schen Grundes bei Dresden. VI. Zeitschr. der deutsch. geolog. Gesellschaft. 1886.

[2]) Joh. Müller, Beiträge zur Anatomie und Naturgeschichte der Amphibien. Treviranus' Zeitschr. für Phys., Tom. IV. 1832. R. Wiedersheim, Die Anatomie der Gymnophionen. Jena. 1879.

in mehrfacher Hinsicht am tiefsten stehen. So insbesondere rücksichtlich des Skeletes, welches durch die biconcave Form der Wirbelkörper und die wohlerhaltene Chorda ausgezeichnet ist. Der knöcherne Schädel mit seinem doppelten Gelenkhöcker zeigt eine feste Verbindung mit den Gesichtsknochen, von denen Kiefer und Gaumenbein kleine nach hinten gekrümmte Zähne tragen. Schulter und Beckengerüst nebst Extremitäten fehlen vollständig. An der unteren Seite des kegelförmigen Kopfes liegt die kleine Mundspalte, vorne an der Schnauze die beiden Nasenlöcher, in deren Nähe sich bei mehreren Gattungen jederseits eine blinde Grube bemerkbar macht. Diese sogenannten falschen Nasenlöcher führen in Canäle (ähnlich den Kopfgruben der Schlangen), welche von Leydig[1]) als Sinnesorgane betrachtet werden. Die Augen bleiben bei der unterirdischen Lebensweise der Blindwürmer stets klein und schimmern nur als kleine Fleckchen durch die Haut hindurch. Trommelfell und Paukenhöhle fehlen.

Die Blindwühler leben in Südamerika und Ostindien und ernähren sich besonders von Würmern und Insectenlarven.

Joh. Müller hat zuerst gezeigt, dass *Ichthyophis glutinosus* in der Jugend jederseits eine Kiemenspalte besitzt, welche zu inneren Kiemen führt. Da-

Fig. 772.

Siphonops mexicana (règne animal).

gegen trägt der Embryo drei Paare von Kiemenbäumchen, welche bald nach dem Ausschlüpfen obliteriren.

Nach Gervais soll übrigens *Coecilia compressicauda* Junge ohne Spur von Kiemenlöchern gebären, was Peters bestätigt. Doch wurden von Letzterem am Nacken der neugeborenen im Wasser abgesetzten Jungen umfangreiche Blasen beobachtet und als Kiemen in Anspruch genommen.

Fam. *Coeciliidae. Coecilia lumbricoidea* Daud., Südamerika. *Siphonops mexicana* Dum. Bibr. (Fig. 772.) *S. annulata* Wagl., Brasilien. *Epicrium* Wagl. *E. glutinosum* = *Ichthyophis glutinosus* Fitz., Ceylon.

Als besondere Ordnung der Amphibien hat man die ausgestorbenen, der Trias-, permischen und Steinkohlenformation angehörigen Wickelzähner oder *Labyrinthodonten* zu betrachten, welche in merkwürdiger Weise Merkmale der Ganoiden mit solchen der Schwanzlurche vereinigen. Sie besassen ein äusseres, von drei breiten knöchernen Brustplatten und kleinen Schildern des Bauches gebildetes Hautskelet, amphicoele Wirbel und in den Crocodil-ähnlichen Kiefern eigenthümlich gefaltete Zähne, denen sie den Namen Wickelzähner verdanken. Auch sind für den Jugendzustand (*Archegosaurus*) Kiemenbögen nachgewiesen worden. Wahrscheinlich sind die im bunten Sandstein in England und Deutschland (Hildburghausen) entdeckten Fussspuren riesiger Thiere (*Chirotherium*),

[1]) Fr. Leydig, Ueber die Schleichenlurche (Coeciliae). Ein Beitrag zur anatomischen Kenntniss der Amphibien. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XVIII, 1868.

die von einigen auf Schildkröten, von anderen auf Beutelthiere bezogen wurden, auf Labyrinthodonten zurückzuführen. Owen hat wiederum die ältesten Formen mit gepanzertem Schädel als *Ganocephala* gesondert. *Archegosaurus Decheni* Goldf., *Labyrinthodon Rütimeyeri* Wied.

2. Ordnung. **Caudata = Urodela**[1]**, Schwanzlurche.**

Nackthäutige langgestreckte Lurche, meist mit vier kurzen Extremitäten und persistirendem Schwanze, mit oder ohne äussere Kiemen.

Der nackthäutige Leib endet mit einem langen, meist seitlich compressen Ruderschwanz und besitzt in der Regel zwei Paare kurzer, weit auseinander gerückter Extremitäten, welche bei der verhältnissmässig schwerfälligen Fortbewegung auf dem Lande als Nachschieber wirken, dagegen oft beim Schwimmen als Ruder um so bessere Dienste leisten. Nur ausnahmsweise (*Siren*) fehlen die Hinterbeine vollkommen, während die vorderen Extremitäten kurze Stummel bleiben.

Einige (*Perennibranchiaten*) besitzen zeitlebens neben den Lungen drei Paare von äusseren verzweigten Kiemen. Andere (*Derotremen*) werfen zwar im Laufe ihrer Entwicklung die Kiemen ab, behalten aber zeitlebens eine äussere Kiemenspalte an jeder Seite des Halses; viele aber (*Salamandrinen*) verlieren auch diese letztere vollständig und zeigen sich überhaupt hinsichtlich der gesammten Organisation als die höchsten Glieder der Ordnung. Bei den ersteren sind die Wirbelkörper noch nach Art der Fischwirbel biconcav und umschliessen wohlerhaltene Chordareste, dagegen besitzen die ausgebildeten Salamandrinen Wirbel mit vorderem Gelenkkopfe und hinterer Gelenkpfanne.

Die kleinen, zuweilen rudimentären Augen liegen unter der durchsichtigen Haut und entbehren mit Ausnahme der *Salamandrinen* gesonderter Lider. Ueberall fehlen am Gehörorgan Trommelfell und Paukenhöhle. Die Nasenöffnungen liegen an der Spitze der vorspringenden Schnauze und führen in wenig entwickelte Nasenhöhlen, welche das Gaumengewölbe weit vorne, meist unmittelbar hinter den Kiefern durchbrechen. Die Bewaffnung der Rachenhöhle wird von kleinen spitzen Hakenzähnen gebildet, welche sich im Unterkiefer in einfacher, im Oberkiefer und oft auch an dem Gaumenbeine in doppelten Bogenreihen erheben. Die Zunge sitzt fast mit ihrer ganzen unteren Fläche am Boden der Mundhöhle fest. Merkwürdig erscheint das Verhalten des *Axolotls*, welcher schon von Cuvier, Baird u. A. für die Larve eines Salamandrinen erklärt wurde. Nach den zuerst im Pariser Pflanzengarten von Duméril angestellten Beobachtungen verlieren die aus den Eiern des

[1]) Daudin, Histoire naturelle gén. et partic. des Reptiles. Paris, 1802—1804. Aug. Duméril, Observations sur la reproduction dans la ménagerie des Reptiles du Musée d'hist. nat. des Axolotls etc., sur leur développement et sur leurs métamorphoses. Nouv. Arch. du Musée d'hist. nat. de Paris, II, 1860. Alex. Strauch, Revision der Salamandridengattungen. Petersburg, 1870.

Axolotls gezogenen Exemplare unter geeigneten Verhältnissen die Kiemenbüschel und bilden sich zu einer mit der Salamandrinen-Gattung *Amblystoma* übereinstimmenden Form aus, während die ursprünglich aus Mexico eingeführten Exemplare als Geschlechtsthiere die Perennibranchiatenform bewahren. Uebrigens sind auch gelegentlich Tritonarten mit vollkommen entwickelten Kiemenbüscheln geschlechtsreif befunden worden.

1. Unterordnung. *Ichthyoidea* [1]), *Kiemenlurche.* Mit drei Paaren von äusseren Kiemen oder ohne dieselben, jedoch mit persistirendem Kiemenloche, mit biconcaven Fischwirbeln und wohl erhaltener Chorda, ohne Augenlider.

Die Kiemenlurche vertreten unter den Schwanzlurchen sowohl hinsichtlich der Respiration als der Skeletbildung und gesammten Organisation die tiefste Stufe und erweisen sich gewissermassen als persistente Entwicklungszustände der Salamandrinen. Die Augen sind klein und von der durchsichtigen Körperhaut überzogen. Die Gaumenzähne stehen den Bürstenzähnen der Fische ähnlich in Reihen angeordnet (*Siren*) oder bilden am Vorderrande der Gaumenbeine einen gekrümmten Bogen. Auch die Extremitäten bleiben schwach und verkümmert, die vorderen enden mit drei oder vier, die hinteren mit zwei bis fünf gegliederten Zehen; indessen können die Zehen stummelförmig bleiben und einer deutlichen Gliederung entbehren. Unter den tertiären Resten dieser Gruppe ist besonders der riesige, als Homo diluvii testis berühmt gewordene *Andrias Scheuchzeri* bemerkenswerth.

1. Tribus. *Perennibranchiata.* Mit persistirenden Kiemen, meist ohne Oberkieferknochen. Vomer und Gaumenbein mit Reihen von Zähnen.

Fig. 773.

Menobranchus lateralis (règne animal).

Fam. *Sirenidae*, Armmolche. Mit aalartig gestrecktem Körper und stummelförmigen Vorderbeinen, ohne Hintergliedmassen. *Siren lacertina* L., Armmolch, Südcarolina.

Fam. *Proteidae*, Olme. Von langgestreckter cylindrischer Körperform, mit kurzen dreizehigen Vorderbeinen und weit nach hinten gerückten zweizehigen Hinterbeinen. Nur zwei Kiemenspalten jederseits. *Proteus anguineus* Laur., Olm, fleischfarbig, in unterirdischen Gewässern Krains und Dalmatiens.

Fam. *Menobranchidae*. Körper langgestreckt, mit ziemlich breitem Kopf und vierzehigen Extremitäten. Es erhalten sich jederseits vier Kiemenspalten. *Menobranchus lateralis* Say, Mississippi. (Fig. 773.) Soll zu der Gattung *Batrachoseps* Bonap. in demselben Verhältnisse stehen wie *Siredon* zu *Amblystoma* (Cope). *Siredon pisciformis* Shaw. und *maculatus* Baird., Axolotl. Aus den einzeln oder haufenweise im Wasser abgesetzten

[1]) Rusconi-Configliachi, Del Proteo anguino di Laurenti monografia. Pavia, 1818. Hyrtl, Cryptobranchus japonicus. Wien, 1865.

Eiern schlüpfen Larven von 14 bis 16 Mm. Länge, noch ohne Extremitäten, mit drei Paar Kiemen. Diese verlieren unter geeigneten Bedingungen während der weiteren Entwicklung nach den neuerdings mehrfach bestätigten Beobachtungen Duméril's Kiemenbüschel, Rücken- und Schwanzkamm und gehen in die *Ablystoma*form (zweite Geschlechtsform) über.

2. Tribus. *Derotrema*. Ohne Kiemenbüschel, meist mit einem Kiemenloche an jeder Seite des Halses, mit Oberkieferknochen und meist einreihig gestellten Gaumenzähnen.

Fam. *Amphiumidae*. Aalmolche. Von aalförmig gestreckter Gestalt, mit kurzen, weit auseinander gerückten Extremitäten. *Amphiuma* L., *A. tridactylum* Cuv. (*A. means* L., mit nur zwei Zehen). Florida.

Fam. *Menopomidae*. Von molchförmigem Habitus, mit vier Vorderzehen und fünf Hinterzehen. *Menopoma alleghaniense* Harl., Pennsylvanien und Virginien. *Cryptobranchus japonicus* v. d. Hoev., ohne Kiemenloch, mehr als 3 Fuss lang. Japan.

2. Unterordnung. *Salamandrina*[1]), *Molche*. Ohne Kiemen und Kiemenloch, mit klappenförmigen Augenlidern und opisthocoelen Wirbeln.

Der mehr oder minder eidechsenartig geformte Körper entbehrt im ausgebildeten Zustande äusserer Kiemen oder Kiemenspalten und besitzt stets vordere und hintere Extremitäten, von denen die ersteren meist mit vier, die hinteren meist mit fünf Zehen enden. Ueberall finden sich wohlentwickelte Augenlider. Die Gaumenzähne bilden zwei mitunter in der Mittellinie am Hinterrande der Ossa palatina vereinigte Streifen. Die feuchte, schlüpfrige Haut erhält durch den Reichthum an Drüsen, welche einen scharfen und ätzenden milchweissen Saft secerniren, eine mehr oder minder unebene warzige Beschaffenheit. Zuweilen häufen sich diese Drüsen besonders in der Ohrgegend an.

Die Wassersalamander legen befruchtete Eier an Pflanzen, die Erdsalamander dagegen setzen ins Wasser lebendige Junge ab, welche ihre Metamorphose im Uterus des weiblichen Körpers mehr oder minder vollständig durchlaufen haben. Während der gefleckte Erdsalamander 30—40 vierbeinige Larven von 12—15 Mm. Länge mit äusseren Kiemenbüscheln zur Welt bringt, setzt der schwarze Erdsalamander der höheren Alpenregion nur ein vollkommen ausgebildetes Junges ab; im letzteren Falle gelangt von den zahlreichen Eiern, welche in die beiden Fruchtbehälter eintreten, jederseits nur das unterste zur Entwicklung des Embryos, der sich dann von dem Material der übrigen, zu einer gemeinschaftlichen Masse zusammenfliessenden Eier ernährt und im Uterus sämmtliche Entwicklungsstadien zu durchlaufen im Stande ist.

Fam. *Tritonidae*, Wassersalamander. Von schlanker Körperform, mit seitlich comprimirtem Ruderschwanz. *Triton cristatus* Laur., grosser Wassermolch. *Tr. alpestris* Laur., (*igneus* Bechst.), Bergsalamander. *Tr. taeniatus* Schn., kleiner Wassersalamander.

---

[1]) Rusconi, Amours des Salamandres aquatiques. Milano, 1821. Derselbe, Histoire naturelle, développement et métamorphose de la Salamandre terrestre. Pavie, 1854. v. Siebold, Ueber das Receptaculum seminis der weiblichen Urodelen. Zeitschr. für wiss. Zool., 1858. Fr. Leydig, Ueber die Molche der würtembergischen Fauna. Archiv für Naturgesch., 1867. R. Wiedersheim, Salamandrina perspicillata und Geotriton fuscus etc. Genua, 1875.

Fam. *Salamandridae*, Landsalamander. Körperform plump, mit drehrundem Schwanz. *Salamandra maculosa* Laur., der gefleckte Erdsalamander, fast über ganz Europa bis Nordafrika verbreitet. *S. atra* Laur., der schwarze Erdsalamander, im Hochgebirge Süddeutschlands, Frankreichs und der Schweiz. *Salamandrina perspicillata* Say., Italien und Dalmatien. *Pleurodeles* Mich. Die Längsreihen der Gaumenzähne in gerader Linie, nicht nach hinten divergirend. *Pl. Waltlii* Mich., Spanien. *Spelerpes fuscus* Bonap., Italien.

3. Ordnung. **Batrachia** [1]**, Frösche, schwanzlose Lurche.**

Nackthäutige Lurche von gedrungener Körperform, ohne Schwanz, mit procoelen Wirbeln, verlängerten, oft zum Springen tauglichen Hinterbeinen und meist mit Paukenhöhle und Trommelfell.

Der Körper erscheint kurz und gedrungen und entbehrt des Schwanzes. Am Kopfe fallen die weite Rachenspalte, sowie die grossen Augen mit meist goldglänzender Iris und wohlentwickelten Lidern auf, von denen das untere durchsichtige als Nickhaut vollständig über den Bulbus emporgezogen werden kann. Die Nasenlöcher liegen weit vorne an der Schnauzenspitze und sind durch häutige Klappen verschliessbar. Am Gehörorgan kommt meist eine Paukenhöhle zur Ausbildung, welche mittelst einer kurzen weiten Eustachischen Tube mit der Rachenhöhle communicirt und an der äusseren Fläche von einem umfangreichen, bald freiliegenden, bald unter der Haut verborgenen Trommelfell bedeckt wird. Nur wenige Batrachier sind zahnlos (*Pipa*, *Bufo*), in der Regel finden sich kleine Hakenzähne in einfacher Reihe wenigstens am Vomer, bei den Fröschen und Pelobatiden auch am Oberkiefer und Zwischenkiefer. Die Zunge wird nur in einer kleinen Gruppe exotischer Formen vermisst, gewöhnlich ist dieselbe zwischen den Aesten des Unterkiefers in der Art befestigt, dass ihr hinterer Abschnitt vollkommen frei bleibt und als Fangapparat aus dem weiten Rachen hervorgeklappt werden kann. (Fig. 765.)

Am Skelet fehlen in der Regel Rippen, dagegen erlangen die Querfortsätze der Rumpfwirbel eine bedeutende Länge. Schultergerüst und Beckengürtel sind überall vorhanden, ersteres durch die feste Verbindung mit dem Brustbein, letzteres durch die stielförmige Verlängerung der Hüftbeine ausgezeichnet. Das Zungenbein erfährt in seiner definitiven Form bereits eine wesentliche Vereinfachung seiner Theile, indem sich die Kiemenbögen jederseits auf ein einziges hinteres Horn des von grossen Vorderhörnern getragenen Zungenbeinkörpers reduciren.

In der meist nackten Haut häufen sich an manchen Stellen, besonders in der Ohrgegend, Drüsen mit milchigem scharfen Secrete an und bilden

[1]) Rösel von Rosenhof, Historia naturalis ranarum nostratium. Nürnberg, 1758. Daudin, Histoire naturelle des Rainettes, des Grenouilles et des Crapauds. Paris, 1802. Rusconi, Développement de la grenouille commune. Milano, 1826. C. Bruch, Beiträge zur Naturgeschichte und Classification der nackten Amphibien. Würzb. naturw. Zeitschr., 1862. Derselbe, Neue Beobachtungen zur Naturgeschichte der einheimischen Batrachier, Ebendas., 1863. A. Ecker, Die Anatomie des Frosches. Braunschweig, 1864—1882. Fr. Leydig, Die anuren Batrachier der deutschen Fauna. Bonn, 1873.

dort mächtig vortretende Drüsenwülste (*Parotiden*). Auch kommen Drüsenanhäufungen an den Unterschenkeln (*Bufo calamita*) und an den Seiten des Leibes vor.

Die Fortpflanzung fällt in die Zeit des Frühjahres. Die Begattung bleibt eine äussere Vereinigung beider Geschlechter und geschieht fast durchgehends im Wasser. Das Männchen, zuweilen durch eine Daumenwarze (*Rana*) oder Drüse am Oberarm (*Pelobates*) ausgezeichnet, umfasst das Weibchen vom Rücken aus, meist hinter den Vorderbeinen, und ergiesst die Samenflüssigkeit über den in Schnüren oder klumpenweise austretenden Laich. Die einzelnen Eidotter sind von einer zähen, im Wasser aufquellenden Gallertschicht umgeben. Der Dotter zeigt an seiner nach oben gewendeten Hälfte eine dunklere Färbung. An diesem Abschnitte beginnt der Klüftungsprocess und die zur Bildung der Furchungskugeln führenden Einschnürungen schreiten hier rascher als am hellen Pole vor (pag. 106, Fig. 130). Mit dem Ablauf der Furchung entwickelt sich innerhalb der gebildeten Zellenmasse eine Höhle, welche der oberen Hälfte näher liegt als der specifisch schwereren unteren. An der ersteren entsteht der Keim mit Rückenrinne und Rückenwülsten, der rasch und noch vor Schluss der Rückenwülste zum Medullarrohr den Dotter umwächst. Nach Entwicklung der Kiemenbögen, noch bevor die Mundöffnung zum Durchbruch gelangt ist, verlassen die kurzgeschwänzten Embryonen als Kaulquappen, je nach den einzelnen Arten verschieden ausgebildet, ihre Eihüllen und legen sich mittelst einer hufeisenförmigen, später in zwei rundliche Sauggruben sich umgestaltenden Haftscheibe, die ähnlich auch an der Kehle der Tritonenlarven — hier freilich als gestielte Haftorgane — auftritt, an die gallertigen Reste des Laiches fest. Die Larven der meisten Arten verlassen die Eihüllen mit mehr oder minder entwickelten Anlagen von drei äusseren, geweihartig sich verästelnden Kiemenpaaren (pag. 116, Fig. 137). Allmälig streckt sich der Leib und bildet den flossenartigen Schwanz aus. Später beginnt die selbständige Nahrungsaufnahme. Bald nachher verschwinden die äusseren Kiemenanhänge, während eine beiden Seiten gemeinsame Hautfalte nach Art eines Kiemendeckels die Kiemenspalten überwächst und sich bis auf eine linksseitige Oeffnung schliesst, durch welche das Wasser aus den Kiemenräumen abfliesst. (Fig. 771.) Während dieser Vorgänge haben sich neue Kiemenblättchen in doppelten Reihen an jedem Kiemenbogen entwickelt. Die Mundöffnung ist von einem Hornschnabel bekleidet, welcher zum Benagen von Pflanzenstoffen, aber auch animalischen Substanzen benutzt wird. Der Darmcanal hat unter vielfachen Windungen eine bedeutende Länge gewonnen, und Lungen sind in Form von länglichen Säckchen aus dem Schlunde hervorgewachsen. Mit fortschreitender Entwicklung brechen an dem Leibe der Kaulquappe dicht an der Grenze des stark entwickelten Ruderschwanzes zuerst die hinteren Extremitäten hervor, der Kiemenapparat tritt mit dem Fortschritte der Lungenathmung mehr und mehr zurück, und es folgt eine Häutung, mit der nicht nur der Verlust der inneren Kiemenblättchen, sondern auch das Hervorbrechen der bereits längst in die Kiemen-

höhle vorgewachsenen (Fig. 771), unter der Haut verborgenen Vordergliedmassen verbunden ist. Nun fällt auch der Hornschnabel ab, die bisher unter der Haut verborgenen Augen treten frei und in ansehnlicher Grösse hervor, das ausschliesslich Luft athmende Thier ist zu einem vierbeinigen Frosch geworden, der nur noch den Ruderschwanz zurückzubilden hat, um seine definitive Gestalt zu erhalten und als Landthier tauglich zu sein (pag. 117, Fig. 138).

Die Batrachier sind zum Theil (Kröten und Laubfrösche) echte Landthiere, die besonders dunkle und feuchte Schlupfwinkel lieben, zum Theil in gleichem Masse auf Wasser und Land angewiesen. Im ersteren Falle sind die fünf Zehen der Hinterfüsse ohne oder nur mit unvollständiger Bindehaut, jedenfalls nur ausnahmsweise (*Pelobates*) mit einer ganzen Schwimmhaut versehen, im letzteren dagegen zeigen die Hinterfüsse in der Regel ganze Schwimmhäute. Erstere suchen das Wasser meist nur zur Laichzeit auf, kriechen, laufen und hüpfen auf dem Lande oder graben sich Gänge und Höhlungen in der Erde (*Pelobates*, *Alytes*), oder sind durch Haftscheiben an den Spitzen der Zehen befähigt, auf Gesträuche und Bäume zu klettern (*Dendrobates*, *Hyla*).

Fig. 774.

Dactylethra capensis.

1. Tribus. *Aglossa*, zungenlose Batrachier. Trommelfell nicht freiliegend. Die Augen nach vorne in die Nähe des Mundwinkels gerückt. Hinterfüsse mit ganzen Schwimmhäuten. Leben in heissen Gegenden besonders der neuen Welt.

Fam. *Pipidae*. Körper Kröten-ähnlich, flach, mit zahnlosen Kiefern und Gaumen. *Pipa dorsigera* Schn., Wabenkröte. Surinam.

Fam. *Dactylethridae*. Körper von mehr Frosch-ähnlichem Habitus, mit Zähnen am Oberkiefer und Zwischenkiefer. *Xenopus* (*Dactylethra*) *capensis* Cuv., Krallenfrosch, Cap. (Fig. 774.)

2. Tribus. *Oxydactylia*. Batrachier mit frei beweglicher Zunge und spitzen Fingern und Zehen.

Fam. *Ranidae*, Wasserfrösche. Mit langen, zum Sprunge befähigten Hinterbeinen, deren Zehen meist durch ganze Schwimmhäute verbunden sind. Im Oberkiefer, Zwischenkiefer und meist auch am Vomer finden sich kleine Hakenzähne. *Rana esculenta* L. = *viridis* Rösel, der grüne Wasserfrosch, grün mit dunklen Flecken und gelben Längsbinden des Rückens. Die Schwimmhaut des Hinterfusses bis zur Spitze der Endphalanx. Das Männchen mit zwei Schallblasen. Kommt Ende April aus seinen Verstecken und laicht erst Ende Mai oder Anfangs Juni. Am Ufer stehender Gewässer. *R. fusca* Rösel = *R. temporaria* L. = *R. platyrhina* Sundev., der braune Grasfrosch, ohne äussere Schallblasen, mit dunklen Flecken in der Schläfengegend und minder umfangreicher Schwimmhaut, erscheint sehr früh und begattet sich schon im März, bleibt aber nur zur Laichzeit im Wasser und sucht später Wiesen und Felder auf. *R. oxyrhina* Steenstr. = *R. arvalis* Nils., Feldfrosch, klein, ohne Schallblasen, mit bläulichem Hochzeitskleid im männlichen Geschlecht, im Norden Europas. *R. agilis* Thom., im südlichen Europa. *R. mugiens* Daud., Ochsenfrosch, Nordamerika.

Fam. *Pelobatidae*, Erdfrösche, Krötenfrösche. Mit mehr oder minder warziger, rauher und drüsenreicher Körperbedeckung und plumper, krötenartiger Form, aber mit bezahnten Oberkiefern. *Alytes obstetricans* Laur., Fesselfrosch, Geburtshelferkröte. (Fig. 769.) *Pelobates fuscus* Laur., Krötenfrosch. *Bombinator igneus* Rös., Unke, Feuerkröte. *Pseudis paradoxa* L., Südamerika, ausgezeichnet durch die Grösse der Larven.

Fam. *Bufonidae*, Kröten. Von plumpem Körperbau, mit warziger, drüsenreicher Haut (Ohrdrüsen) und zahnlosen Kiefern. Die fünfzehigen Hinterfüsse sind nur wenig länger als die vorderen, daher entbehren die Thiere der leichten Sprungbewegung der Frösche, laufen aber oft recht hurtig. *Bufo vulgaris* Laur., die gemeine Kröte. *B. viridis* Laur. (*variabilis*), die grüne Kröte. *B. calamita* Laur., Kreuzkröte.

3. Tribus. *Discodactylia*. Batrachier mit Zunge und mit breiten Zehen, deren Spitzen in Haftscheiben auslaufen.

Fam. *Hylidae*, Laubfrösche. Mit Maxillarzähnen und ohne Parotiden. *Hyla arborea* L., Laubfrosch, Kosmopolit. *Notodelphys ovifera* Weinl., Mexico. Weibchen mit Bruttasche am hinteren Theil des Rückens. Larven mit glockenförmigen äusseren Kiemenblasen. *Phyllomedusa bicolor* Bodd., Südamerika. *Dendrobates tinctorius* Schn., Cayenne.

III. Classe. Reptilia[1]), Reptilien.

Beschuppte oder bepanzerte Kaltblüter mit ausschliesslicher Lungenathmung und doppelten, aber unvollkommen gesonderten Herzkammern, mit Amnion und Allantois der Embryonen.

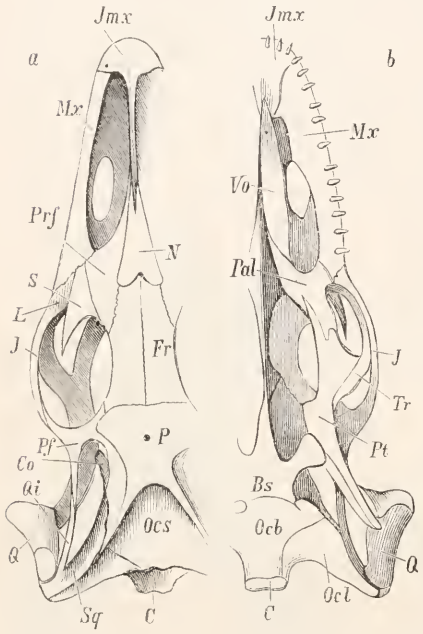
Die Körperform wechselt weit mannigfaltiger als die der Amphibien, wiederholt jedoch im Allgemeinen die für diese beschriebenen Typen. Auch bei den Reptilien hat der Rumpf noch vorwiegende Bedeutung für die Locomotion und zeigt demgemäss die Wirbelsäule eine mehr gleichmässige, zu Schlängelungen befähigende Gliederung. Der Leib erscheint mit Ausnahme der Schildkröten langgestreckt und mehr oder weniger cylindrisch, ist entweder ganz fusslos wie bei den Schlangen, oder mit zwei oder vier Extremitäten versehen, welche in der Regel nur als Stützen und Nachschieber des mit der Bauchfläche auf dem Boden dahingleitenden Körpers wirken. Bei einer solchen Art der Fortbewegung erscheint ein Halsabschnitt kaum ausgeprägt, und wenn in grösserer Ausdehnung entwickelt, doch stets verhältnissmässig starr, dagegen der Schwanz um so umfangreicher und beweglicher.

Die Körperhaut besitzt im Gegensatze zu der vorherrschend nackten und weichen Haut der Amphibien eine derbe, feste Beschaffenheit, sowohl in Folge von Ossificationen der Cutis, als einer Verhornung der Epidermis. Jene können dachziegelförmig übereinandergreifende Knochenschilder bilden (*Scincoideen*), oder zu grösseren Knochentafeln werden, welche zur Entstehung eines harten, mehr oder minder zusammenhängenden Hautpanzers Veranlassung geben (*Crocodile, Schildkröten*). Allgemein treten in der Lederhaut, sowie in den tiefen Schichten der Epidermis Pigmente auf, welche die mannigfaltige Färbung der

[1]) Ausser Duméril et Bibron l. c. insbesondere J. G. Schneider, Historia Amphibiorum naturalis et litteraria. 1799—1801. A. Günther, The Reptiles of British India. London, 1864. E. Schreiber, Herpetologia europaea. Braunschweig, 1875.

Haut bedingen, seltener einen wahren Farbenwechsel (grüne Baumschlangen, *Chamaeleon*) veranlassen. Auch sind Hautdrüsen bei Reptilien verbreitet. Insbesondere besitzen zahlreiche Eidechsen Drüsenreihen an der Innenseite des Oberschenkels und in der Nähe des Afters, welche sich mit grossen Poren zuweilen auf warzigen Erhebungen öffnen (Schenkelporen, Analporen). Auch bei den Crocodilen liegen grössere Drüsengruppen unter dem Hautpanzer, sowohl zu den Seiten des Afters, als an den Seiten der Unterkieferäste.

Fig. 775.



Schädel von *Monitor*, nach Gegenbaur. *a* Von oben, *b* von unten gesehen. *C* Condylus occipitalis, *Ocs* Occipitale superius, *Ocl* O. laterale, *Ocb* O. basale, *P* Parietale mit dem Parietal-Loch, *Fr* Frontale, *Pf* Postfrontale, *Prf* Praefrontale, *L* Lacrymale, *S* Supraorbitale (Supraciliare Cuvier), *N* Nasale, *Sq* Squamosum, *Q* Quadratum, *Qi* Quadratojugale, *J* Jugale, *Mx* Maxillare, *Jmx* Intermaxillare, *Co* Columella, *Bs* Sphenoidale basale, *Pt* Pterygoideum, *Pal* Palatinum, *Vo* Vomer, *Tr* Transversum.

Das Skelet zeigt nur ausnahmsweise noch die embryonale Form einer knorpeligen Schädelbasis und persistirenden Chorda. An der Wirbelsäule treten die Regionen bestimmter als bei den Amphibien hervor, wenn auch Brust und Lendengegend noch keine scharfe Abgrenzung gestatten. Am Halse wird der erste Wirbel zum Beuger, der zweite zum Dreher des Kopfes. Während fossile Hydrosaurier und die *Ascalaboten* biconcave Wirbel besitzen, sind die stets knöchernen Wirbelkörper der übrigen Reptilien in der Regel procoel. Rippenbildungen sind allgemein und oft über die ganze Länge des Rumpfes verbreitet. Bei den Schlangen und Schlangen-ähnlichen Echsen, welchen ein Brustbein fehlt, sind Rippen an allen Wirbeln des Rumpfes mit Ausnahme des ersten Halswirbels (Atlas) vorhanden und zum Ersatze der fehlenden Extremitäten zu überaus freien Bewegungen befähigt. Auch bei den Eidechsen und Crocodilen (Fig. 710) kommen kurze Halsrippen vor. Die Rippen der Brust legen sich mittelst besonderer Sternocostalstücke an ein *Sternum* an, auf welches bei den Crocodilen und *Hatteria* ein *Sternum abdominale* folgt, das über den Bauch bis in die Beckengegend sich erstreckt und aus einer Anzahl von Bauchrippen (ohne Dorsaltheil, zusammengesetzt ist. Die in der Regel in zweifacher Zahl vorhandenen Kreuzbeinwirbel besitzen sehr umfangreiche Querfortsätze und Rippenstücke.

Der Schädel (Fig. 775) articulirt mittelst eines unpaaren, oft dreitheiligen Condylus des Hinterhauptbeines auf dem Atlas und zeigt eine vollständige Verknöcherung fast aller seiner Theile, wobei das Primordialcranium beinahe vollständig verdrängt wird. Am Hinterhaupte treten sämmtliche vier Elemente als Knochen auf; doch kann sowohl das *Occipitale basale* (Schild-

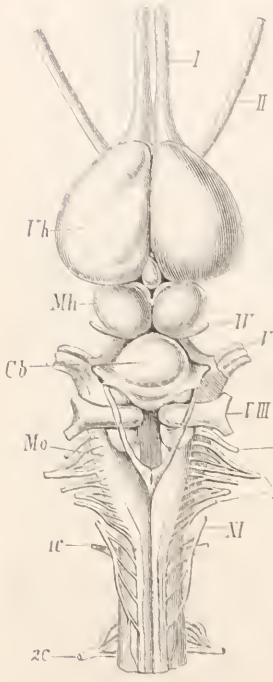
kröten), als das *Occipitale superius* (Crocodile, Schlangen) von der Begrenzung des Foramen magnum ausgeschlossen sein. An der Ohrkapsel tritt zur *Fenestra ovalis* mit der Columella noch die *Fenestra rotunda* hinzu. An der Begrenzung des ovalen Fensters betheiligt sich das meist mit dem *Occipitale laterale* verschmelzende *Opisthoticum* (bei den Schildkröten gesondert). Dagegen liegt bei allen Reptilien ein gesondertes *Prooticum*, vorne am Rande mit der Oeffnung für den dritten Ast des Trigeminus, vor den Seitentheilen des Hinterhauptes. Das *Epioticum* ist mit dem Occipitale superius verschmolzen. Verschieden verhält sich die vordere Ausdehnung der Schädelkapsel und die Ausbildung des sphenoidalen Abschnittes. An der Basis des Schädels tritt an Stelle des Parasphenoideum ein *Sphenoidale basale* (*Basisphenoideum*) auf. *Alisphenoids* und *Orbitosphenoids* fehlen in der Regel und sind oft durch Fortsätze des Stirn-Scheitelbeins (Schlangen) oder Scheitelbeins (Schildkröten) ersetzt. Im letzteren Falle und bei den Eidechsen besteht ein umfangreiches, häutiges Interorbitalseptum, welches auch Ossificationen enthalten kann. Die Schädeldachknochen sind immer sehr umfangreich, bald paarig, bald unpaar. Häufig nimmt das Stirnbein nicht mehr an der Ueberdachung der Schädelhöhle Theil und liegt nur dem Septum interorbitale auf. Der hinteren Seitenwand des Frontale schliessen sich in der Schläfengegend *Postfrontalia* an. In der Ethmoidalregion bleibt die mittlere Partie theilweise knorpelig und wird oberseits von paarigen *Nasalia*, an der Basis von dem bei Schlangen und Eidechsen paarigen *Vomer* bedeckt. Stets sind von dem Mittelabschnitt die *Ethmoidalia lateralia* (*Praefrontalia*) getrennt. An der Aussenseite der letzteren treten, den Vorderrand der Orbita begrenzend, bei Eidechsen und Crocodilen Thränenbeine (*Lacrymalia*) auf.

Das *Squamosum* ist mehr direct dem Schädel aufgelagert und das *Quadratum* stets als starker Knochen ausgebildet. Die Verbindung desselben und des Kiefer-Gaumenapparates mit dem Schädel ist bei den Schildkröten und Crocodilen eine feste, bei den Schlangen und Echsen mehr oder minder frei beweglich. Im ersteren Falle sind nicht nur die grossen Flügel- und Gaumenbeine mit dem Keilbein durch Näthe verbunden, sondern es ist auch der Zusammenhang des Quadratbeins mit dem Oberkieferbogen durch das *Jugale* und *Quadratojugale* ein sehr fester. Ueberall entwickelt sich eine Querbrücke (*Os transversum*) zwischen Flügelbein und Oberkiefer, bei den Eidechsen und Crocodilen ein oberer Schläfenbogen, durch welchen jederseits das Squamosum mit dem hinteren Stirnbein verbunden wird. Bei den Eidechsen, deren Oberkiefer-Gaumenapparat und Quadratbein am Schädel mittelst Gelenkeinrichtungen verschiebbar sind, reducirt sich der Jochbogen bis zum völligen Schwunde, dagegen tritt nicht nur das bereits früher erwähnte *Os transversum*, sondern meist auch ein stielförmiger Pfeiler (*Columella*) zwischen dem Flügelbein und Scheitelbein hinzu. Am vollständigsten aber ist die Verschiebbarkeit der Gesichtsknochen bei den Schlangen, welche des Jochbogens entbehren, dagegen ein ansehnliches Os transversum besitzen. Auch gestatten hier die beiden

Aeste des Unterkiefers, welcher sich wie bei allen Reptilien und niederen Wirbelthieren aus mehreren Stücken zusammensetzt, durch ein dehnbares Band am Kinnwinkel verbunden, eine bedeutende Ausdehnung nach den Seiten.

Das Visceralskelet ist zum Zungenbein reducirt, von dessen vorderem Bogen das oberste Element (*Hyomandibulare*) als Columella zum Gehörapparat tritt. Am meisten ist das Zungenbein der Schlangen rückgebildet, an welchem nur ein Bogen zurückbleibt. Die Saurier besitzen ein sehr schmales Zungenbein mit zwei Paaren von Hörnern. Sehr breit dagegen wird der Zungenbeinkörper der Crocodile und Schildkröten; jene besitzen nur hintere, die Schildkröten dagegen drei Paare, und zwar theilweise gegliederte Hörner.

Fig. 776.



Gehirn des *Alligators*, von oben gesehen, nach Rabl-Rückhard. *Vh* Vorderhirn (Grosshirn-Hemisphären), *Mh* Mittelhirn (Corpora bigemina), *Cb* Cerebellum, *Mo* Medulla oblongata, *I* Olfactorius, *II* Opticus, *IV* Trochlearis, *V* Trigeminus, *VIII* Acusticus, *IX* Glossopharyngeus, *X* Vagus, *XI* Accessorius Willisii, *1c* erster Halsnerv, *2c* zweiter Halsnerv.

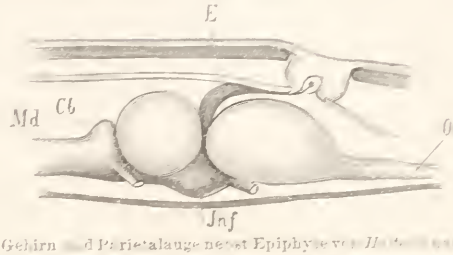
Extremitäten und deren Gürtel fehlen den meisten Schlangen vollständig, doch finden sich bei den *Peropoden* und *Tortriciden* in der Aftergegend Spuren von Hinterbeinen, welche freilich bis auf das Nagel-tragende Endglied ganz unter der Haut versteckt bleiben. Bei den Eidechsen zeigen die Extremitäten sehr verschiedene Stufen der Ausbildung; während Schulter und Beckengürtel ausnahmlos, wenn auch zuweilen in sehr rudimentärer Form, vorhanden sind, können sowohl Vorder- als Hinterbeine vollkommen fehlen (Blindschleiche), oder nur die einen mit Ausschluss der anderen als kleine Stummel auftreten. In den meisten Fällen sind jedoch beide Extremitätenpaare vollständig ausgebildet und mit fünf Zehen versehen. Selten sind die Zehen durch Schwimmhäute verbunden (Crocodile) oder die Extremitäten zu platten Ruderflossen umgebildet (fossile *Hydrosaurier* und Seeschildkröten).

Das Nervensystem (Fig. 776) erhebt sich entschieden über das der Amphibien. Am Gehirn treten die Hemisphären durch ihre ansehnliche Grösse bedeutend hervor und beginnen das Mittelhirn zu bedecken. Das Cerebellum zeigt eine verschiedene, von den Schlangen an bis zu den Crocodilen fortschreitende Entwicklung und erinnert bei den letzteren durch den Gegensatz eines grösseren mittleren Abschnittes und kleiner seitlicher Anschwellungen an das kleine Gehirn der Vögel. Von den Gehirnnerven fällt der *N. facialis* nicht mehr in das Gebiet des *Trigeminus*, auch der *Glossopharyngeus* erscheint als selbständiger Nerv, der freilich mit dem *Vagus* mehrere Verbindungen eingeht; ebenso entspringt der

Accessorius Willisii mit Ausnahme der Schlangen selbständig. Endlich tritt der *Hypoglossus* in die Reihe der Hirnnerven.

Die Augen entbehren bei den Schlangen, Geckonen und Amphisbaenen gesonderter Lider, werden hier aber von einer durchsichtigen, uhrglasartigen Kapsel geschützt, welche von der Cornea durch einen mit Thränenflüssigkeit gefüllten Raum getrennt ist. Sonst findet sich ein oberes und unteres Augenlid. Eine selbständige Nickhaut am inneren Augenwinkel ist stets von dem Auftreten einer besonderen Drüse (*Harder'sche Drüse*) begleitet. Eigenthümliche Falten der Chorioidea, welche dem Sichelfortsatze des Fischauges und im Vogelauge dem sogenannten Kamm entsprechen, finden sich im Auge der Eidechsen.

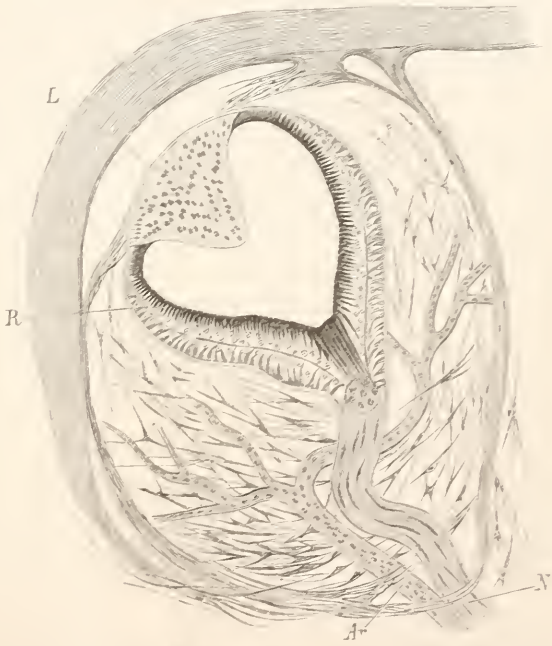
Fig. 777.



Gehirn und Parietalauge nebst Epiphyse von *Hatteria* nach Spencer. *Ol* Olfactorius, *Inf* Infundibulum, *E* Epiphyse mit dem Parietalauge in der Schädeldecke, *Cb* Cerebellum, *Md* Medulla oblongata.

Man hat in neuerer Zeit auch noch ein medianes, als Auge[1]) gedeutetes Organ entdeckt, welches in der Scheitelgegend am Ende der Zirbel (Epiphyse) seine Lage hat und als *Parietalauge* bezeichnet wird. (Fig. 777.) Die kleine Grube, beziehungsweise Oeffnung der Schädeldecke, in welcher dasselbe hineingerückt erscheint, kennt man schon lange als *foramen parietale* des Scheitelbeins. Bei den meisten Sauriern ist das Scheitelauge rudimentär, wie auch in anderen Fällen am distalen Ende der Zirbel homologe Differenzirungen in Resten nachgewiesen sind; da wo dasselbe noch wohl ausgebildet ist (*Hatteria*, *Lacerta*, *Varanus*), stellt es eine Augenblase dar, deren Vorderwand linsenartig ver-

Fig. 778.



Parietalauge von *Hatteria* nach Spencer. *N* Nerv von Leydig als bindegewebiger Strang gedeutet, *R* Retina, *L* Linse, *A* Arterie mit ihren Verzweigungen.

[1]) Spencer. On the Presence and Structure of the Pineal Eye in Lacertilia. Quarterl. Journ. of Micr. Sc. 1886. Fr. Leydig. Das Parietalauge. Biologisches Centralblatt. Februar 1889, Juni 1890.

dickt ist, während die becherförmige Seiten- und Hinterwand der Blase sich wie eine dicht pigmentirte, geschichtete Retina ausnimmt, an deren hinterem Ende der Nerv, nach Leydig ein bindegewebiger Strang, eintritt. (Fig. 778.) Wahrscheinlich war dieses Parietalorgan, wie wir es vorläufig am besten bezeichnen, bei alten fossilen Sauriern und ausgestorbenen Amphibien-Gattungen, deren Schädeldecke ein ansehnliches Parietalloch aufweist, mächtig entwickelt. Möglicherweise ist auch das unpaare Auge der Tunicaten (Ascidienlarven und Pyrosomen) das homologe Organ. Jedenfalls handelt es sich um eine phylogenetisch sehr alte Bildung, welche vielleicht (wie das *Medianauge* der Crustaceen) mit der fortschreitenden höheren Entwicklung des viel höher differenzirten paarigen Auges ihre ursprüngliche Bedeutung verlor und sich nur noch hier und da in Augen-ähnlichen Resten erhalten hat.

Das Gehörorgan besitzt eine einfach schlauchförmige Schnecke und ein entsprechendes Fenster (*Fenestra rotunda*). Eine Paukenhöhle mit *Eustachischer Tube* und Trommelfell fehlt nur den Schlangen, Hatteria, sowie den fusslosen Echsen; hier liegt das *Operculum*, welches das ovale Fenster bedeckt, und die sich anschliessende *Columella* wie bei den Urodelen und Gymnophionen zwischen den Muskeln versteckt. Da, wo eine Paukenhöhle auftritt, legt sich die Columella mit ihrem knorpeligen Ende an das bei vielen Eidechsen noch unter der Haut verborgene Trommelfell an. Als erste Anlage eines äusseren Ohres kann man eine Hautklappe über dem Trommelfell der Crocodile betrachten.

Das Geruchsorgan der Reptilien zeigt vorzugsweise bei den Schildkröten und Crocodilen eine beträchtliche Vergrösserung der Schleimhautfläche, deren Falten durch knorpelige Muscheln gestützt werden. Die äusseren Nasenöffnungen sind bei den Wasserschlangen und Crocodilen durch Klappenvorrichtungen verschliessbar. Die Choanen münden bei den Crocodilen und Schildkröten weit hinten am Gaumentheil des Rachens. Bei den Schlangen und Sauriern kommt noch ein (Nasendrüse, Rathke) zwischen Conchen und Vomer eingebettetes Geruchsorgan vor (*Jacobson*'sches Organ, Leydig), dessen Nerv am Ende des Lobus olfactorius entspringt und sich becherförmig um eine Knorpelpapille ausbreitet.

Der Geschmackssinn scheint keineswegs stets an die Zunge geknüpft, da diese bei den Schlangen und zahlreichen Eidechsen zum Tasten dient und in anderen Fällen, z. B. beim Chamaeleon, als Fangorgan verwendet wird. Neuerdings wurden von Leydig[1]) bei Schlangen und Sauriern Sinnesbecher in der Mundhöhle entdeckt, bei den ersteren an papillenförmigen Hervorragungen, bei den letzteren in Grübchen gelegen.

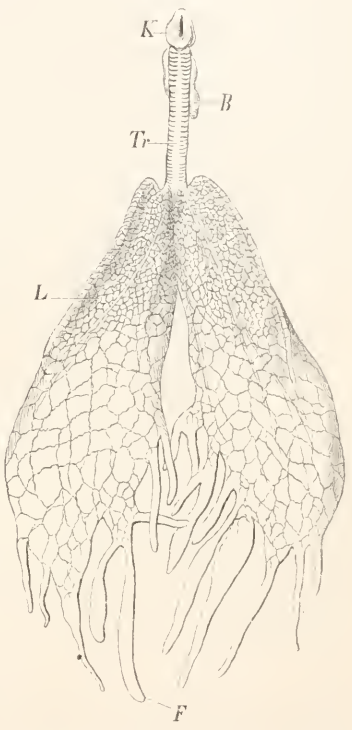
Mit Ausnahme der Schildkröten, deren Kieferränder durch den Besitz einer schneidenden Hornbekleidung eine Art Schnabel bilden, finden sich in den Kiefern konische oder hakenförmige Fangzähne, welche die Beute festhalten, aber nicht zerkleinern können. In der Regel beschränken sich dieselben auf die

[1]) Fr. Leydig, Zur Kenntniss der Sinnesorgane der Schlangen. Arch. für mikrosk. Anatomie. Bonn, 1872.

Kiefer und erheben sich stets in einfacher Reihe, bald an dem oberen Rande (*Acrodonten*), bald an einer äusseren, stark vortretenden Leiste der flachen Zahnrinne angewachsen (*Pleurodonten*), selten, wie bei den Crocodilen, in besonderen Alveolen eingekeilt. Auch am Gaumen- und Flügelbein können Hakenzähne auftreten, welche dann häufig, wie z. B. bei den giftlosen Schlangen, eine innere Bogenreihe am Gaumengewölbe bilden. Bei den giftigen Schlangen treten bestimmte, von einer Furche oder einem Canale durchsetzte Zähne des Oberkiefers in nähere Beziehung zu den Ausführungsgängen von Giftdrüsen, deren Secret durch die Rinne des Furchenzahnes oder in den Canal des durchbohrten Giftzahnes beim Biss in die Wunde einfliesst. Speicheldrüsen finden sich bei den Schlangen und Eidechsen sowohl in den Lippen, als am Unterkiefer, auch kann eine Sublingualis auftreten, deren Besitz für die Schildkröten gilt.

Die Speiseröhre erscheint bei bedeutender Länge in ausserordentlichem Grade erweiterungsfähig, ihre Wandung legt sich meist in Längsfalten zusammen und ist bei den Seeschildkröten mit grossen Zotten besetzt. Der Magen hält mit Ausnahme der Schildkröten, die ebenso wie die Frösche einen quergestellten Magen besitzen, meist noch die Längsrichtung des Körpers ein. Der Magen der Crocodile gleicht sowohl durch die rundliche Form, als durch die Stärke der Muskelwandung dem Vogelmagen. Der Dünndarm bildet nur wenig Windungen und bleibt verhältnissmässig kurz, nur bei den von Pflanzenstoffen lebenden Landschildkröten übertrifft der Darm die Körperlänge um das Sechs- bis Achtfache. Der breite Enddarm beginnt in der Regel mit einer ringförmigen Klappe, zuweilen auch mit einem Blinddarm und führt in die Kloake, welche mit runder Oeffnung oder wie bei den Schlangen und Eidechsen als Querspalte (daher *Plagiotremen*) unter der Schwanzwurzel mündet. Leber und Bauchspeicheldrüse werden niemals vermisst.

Fig. 779.

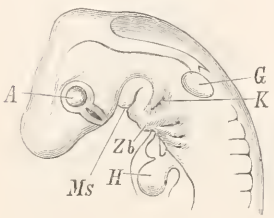


Die Lungen von *Chamaeleo africanus*. *K* Kehlkopf, *B* Kehlsack, *Tr* Luftröhre, *L* Lunge, *F* die maschenlosen Aussackungen derselben.

Die Reptilien athmen ausschliesslich durch Lungen, welche als geräumige Säcke mit maschigen Vorsprüngen der Wandung oder (Schildkröten und Crocodile) mit weiten schwammigen Hohlräumen erscheinen. Bei den Schlangen und schlangenartigen Eidechsen verkümmert die Lunge der linken Seite mehr oder minder, während die zweite, rechte, eine um so bedeutendere Grösse erlangt. Auch verliert das hintere Ende derselben sowohl die zelligen Maschenräume

als die respiratorischen Gefässe und stellt sich als ein Luftreservoir dar, welches während des langsamen Schlingactes die Athmung möglich macht. Bei den *Chamaeleonen* (Fig. 779) ist gleichfalls nur der vordere Theil der Lunge mit einem Maschennetz versehen, der hintere bildet zahlreihe Aussackungen, welche eines Maschennetzes entbehren. In diesen Aussackungen finden wir Einrichtungen, welche bei den Vögeln in besonders mächtiger Entfaltung auftreten. Die zuführenden Luftwege sondern sich stets in einen mit spaltförmiger Stimmritze beginnenden Kehlkopf und in eine lange, von knorpeligen oder knöchernen Ringen gestützte Luftröhre mit den Bronchien. Eine häutige oder knorpelige Epiglottis findet sich bei zahlreichen Schildkröten, Schlangen und Eidechsen vor. Stimmeinrichtungen besitzen nur die Geckonen und Chamaeleoniden. Die für die Respiration erforderliche Lufterneuerung wird — die Schildkröten ausgenommen — wohl überall auch mit Hilfe der Rippen bewerkstelligt.

Fig. 780.



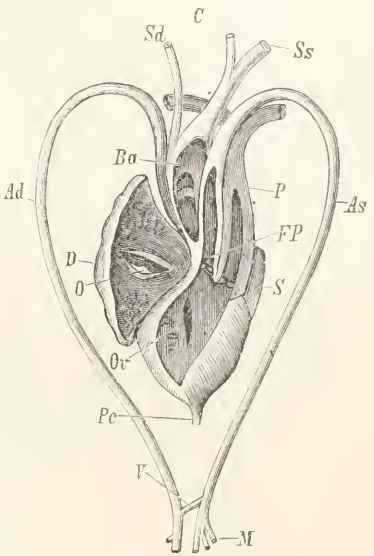
Kopf und Vorderkörper eines Embryo von *Emys europaea*, nach Rathke. *A* Auge, *G* Gehörbläschen, *Ms* Mund, von Unter- und Oberkiefer begrenzt, *Zb* Zungenbeinbogen, *K* die erste zwischen letzterem und dem Unterkieferbogen gelegene, zum Gehörgang werdende Kiemenspalte; auf dieselbe folgen drei weitere Spalten, *H* Herz.

Kiemenathmung findet sich, von den Amphibien aufwärts, bei den Reptilien, Vögeln und Säugethieren nicht mehr. Indessen treten im Embryonalleben noch Kiemen- oder Visceralspalten auf (Fig. 780), welche später bis auf die erste, zwischen Mandibular- und Zungenbeinbogen gelegene, verloren gehen. Die erste, dem Spritzloch der Haie homologe Spalte tritt zum Gehörorgan in Beziehung und wird zur Eustachischen Röhre und Paukenhöhle, eine Fortsetzung des die erste Spalte begrenzenden Wulstes zum äusseren Gehörgang.

Die *Kreislaufsorgane* (pag. 61, Fig. 75) führen in verschiedenen Abstufungen bis zur vollkommenen Duplicität des Herzens und zur Scheidung des arteriellen und venösen Blutes. Zunächst wird die Theilung des Herzens dadurch vollständiger, dass sich neben den beiden auch äusserlich abgesetzten Vorhöfen die Kammer in eine rechte und linke Abtheilung sondert. Die Scheidewand der Kammer bleibt bei den Schlangen, Eidechsen und Schildkröten durchbrochen, ist dagegen bei den Crocodilen vollständig und bewirkt die Scheidung in eine rechte und linke Kammer. Bei den Eidechsen und Schildkröten scheint der gemeinsame Arterienstamm äusserlich aus der rechten Kammerabtheilung zu entspringen, die Gefässcanäle, in welche er getheilt ist, stehen jedoch mit den beiden Kammern in Communication, indem die Lungenarterie und der linke Aortenbogen das Blut aus der rechten Kammerabtheilung, der rechte Aortenbogen aus der linken Kammerabtheilung empfängt. Bei den Crocodilen dagegen erhalten Lungenarterien und Aortenstämme einen gesonderten Ursprung. (Fig. 781.) Die vom Herzen entspringenden Gefässe bilden nur während des Fötallebens die vollständige Zahl von Aortenbögen. Während ursprünglich, wie auch bei Vögeln und Säugethieren, fünf Paare von Gefäss-

bögen vorhanden sind, welche, den Schlund umfassend, zur Bildung der beiden Aortenwurzeln zusammentreten, erleiden die meisten derselben unter Verlust ihrer Verbindungswege eine Rückbildung, so dass schliesslich jede Aortenwurzel aus zwei Gefässbögen (*Saurier*) entspringt, in der Regel jedoch als die Fortsetzung eines einzigen Aortenbogens erscheint. Bei den Schlangen und Eidechsen setzt sich der linke Arterienstamm ohne Abgabe von Gefässen in die linke Aortenwurzel fort, während der rechte grössere vor seiner Fortsetzung in die rechte Aortenwurzel einen gemeinsamen Stamm für die beiden Carotiden abgibt, an welchen (zahlreiche Eidechsen) sich ein Verbindungsgang mit der entsprechenden Aortenwurzel als zweiter perennirender Aortenbogen erhalten kann. Bei den Schildkröten ist es ebenfalls der rechte Arterienstamm, welcher die Carotiden und Subclaviae entsendet, während der linke die Eingeweidearterien abgibt. Da die Aortenwurzel des letzteren sehr eng ist, erscheint die Aorta vorzugsweise als Fortsetzung des rechten Aortenbogens. Aehnlich verhalten sich die Crocodile, bei denen der rechte Arterienstamm aus der linken hier vollkommen gesonderten Kammer entspringt und von dieser arterielles Blut erhält. Aber auch hier wird trotz der vollständigen Trennung des Herzens die Mischung des venösen und arteriellen Blutes nicht ganz vermieden, da eine Communication (*Foramen Panizzae*) zwischen linkem und rechtem Aortenbogen besteht. Im Falle einer unvollständigen Trennung beider Kammern scheint die Vermischung beider Blutsorten theilweise schon im Herzen stattzufinden, obwohl durch besondere Klappeneinrichtungen der Eingang in die Lungengefässe von den Ostien der Arterienstämme derart abgesperrt werden kann, dass das arterielle Blut vornehmlich in diese letzteren, das venöse in jene einströmt (Brücke). In den venösen Kreislauf schiebt sich wie bei den Amphibien neben dem Pfortadersystem der Leber ein zweites für die Niere ein. Indessen tritt das letztere bei den Schildkröten und Crocodilen mehr und mehr zurück. Das System der Lymphgefässe zeigt ausserordentlich zahlreiche und weite Lymphräume und verhält sich ähnlich wie bei den Amphibien. Contractile Lymphherzen wurden nur in der hinteren Körpergegend an der Grenze von Rumpf und Schwanz auf Querfortsätzen oder Rippen in paariger Anordnung nachgewiesen.

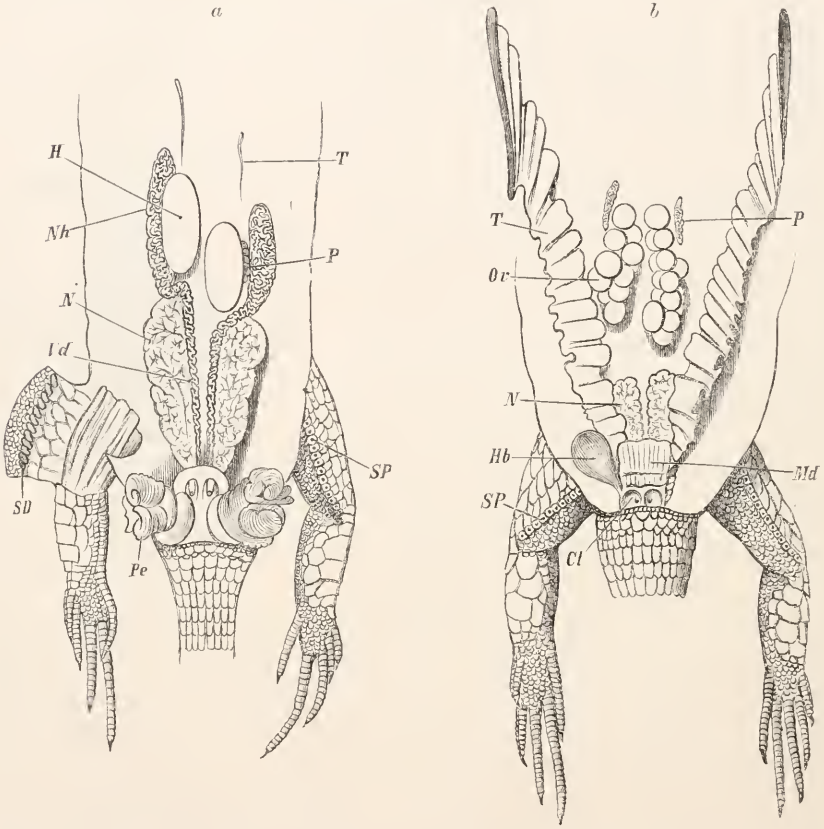
Fig. 781.



Herz mit den grossen Gefässstämmen von *Alligator lucius*, von vorne gesehen, zum Theil eröffnet, nach Gegenbaur. *D* Rechter Vorhof, *S* linker Vorhof, *O* Ostium venosum des rechten Vorhofes, *Ov* O. atrioventriculare, *Ba* Bulbus arteriosus, *C* Carotis primaria, *Sd*, *Ss* Subclaviae, *Ad* rechter Aortenbogen, *As* linker Aortenbogen, *P* Arteria pulmonalis, *V* Verbindung des linken Aortenbogens mit dem rechten, *M* Arteria mesenterica, *Pc* Verbindung des Herzens mit dem Pericard, *FP* Stelle des Foramen Panizzae.

Die *Nieren* (Fig. 782) der Reptilien gehören wie die der Vögel und Säugethiere dem hinteren Rumpfabschnitt an und entsprechen somit nur dem hinteren breiten Theil der Amphibienniere. An der Vorderwand der Kloake erhebt sich bei Eidechsen und Schildkröten eine Harnblase. Der Harn erscheint keineswegs überall in flüssiger Form, sondern oft als eine weissliche Harnsäure-haltige Masse von fester Consistenz.

Fig. 782.



Urogenitalapparat von *Lacerta agilis*, nach C. Heider. *a* Des Männchens. *N* Niere, *H* Hoden, *Nb* Nebenhoden (Epididymis), *Vd* Samenleiter (Vas deferens), *P* ein Rest der Urniere, *T* der Müller'sche Gang (rudimentär), *Pe* Penis, *SP* Schenkelporen, *SD* Schenkeldrüsen. *b* Des Weibchens. *Hb* Harnblase, *Md* Mastdarm (aufgeschnitten), *Cl* Kloake, *Ov* Ovarium, *T* der zum Eileiter entwickelte Müller'sche Gang.

Die *Geschlechtsorgane* (Fig. 782) verhalten sich ähnlich wie die der Vögel. Indem sich der bei den Amphibien noch als Harnorgan fungirende vordere Abschnitt der Niere (Primordialniere nebst dem Wolff'schen Gang) zum Ausführungsapparat des Hodens (Nebenhoden und Samenleiter) umgestaltet und im weiblichen Geschlechte verschwindet oder selten als Rudiment (*Rosenmüller'*sches Organ, *Gartner'*scher Canal) persistirt, hier dagegen der *Müller'*sche Gang zum Eileiter wird, sind die morphologischen Gestaltungsverhältnisse für die Geschlechtsorgane der höheren Wirbelthiere erreicht. Eileiter sowohl

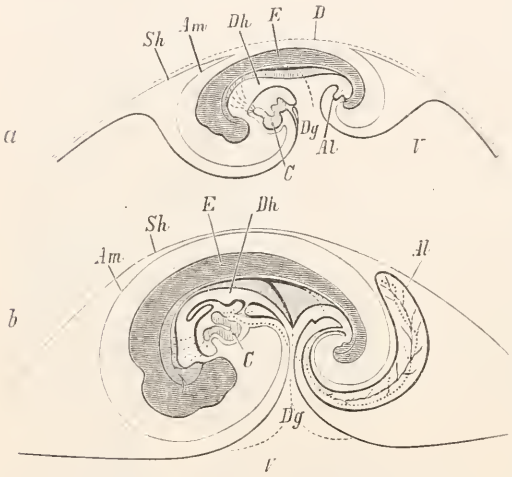
als Samenleiter münden gesondert in die Kloake ein. Erstere beginnen mit weitem Ostium, verlaufen vielfach geschlängelt und besorgen überall die Abscheidung von kalkhaltigen, meist weichhäutig bleibenden Eischalen. Nicht selten verweilen die Eier in dem als Fruchtbehälter zu bezeichnenden Endabschnitt der Oviducte längere Zeit, zuweilen bis zum vollständigen Ablauf der Embryonalentwicklung. Im männlichen Geschlechte treffen wir überall äussere Begattungsorgane an, denen im weiblichen Geschlechte ganz ähnlich angelegte Rudimente (*Clitoris*) entsprechen. Bei den Schlangen und Eidechsen (*Plagiotremen*) sind es zwei glatte oder bestachelte Hohlschläuche, welche in einem taschenartigen Hohlraum hinter der Kloake eingezogen liegen und hervorgestülpt werden können. Im Zustande der Vorstülpung erscheint ihre Oberfläche von einer Rinne durchsetzt, welche das Sperma von den Genitalöffnungen aus der Kloake fortleitet. Bei den Schildkröten und Crocodilen dagegen erhebt sich eine von fibrösen Körpern gestützte schwellbare Ruthe an der Vorderwand der Kloake. Auch diese Ruthe besitzt eine Rinne zur Aufnahme und Fortführung des Samens, kann aber nicht wie die beiden Ruthen der Schlangen und Eidechsen eingestülpt werden. Die Begattung führt stets zur Befruchtung der Eier im Innern des mütterlichen Körpers. Nur wenige Reptilien, wie z. B. unter den Schlangen die Kreuzotter und unter den Eidechsen die Blindschleiche, gebären lebendige Junge Die meisten Formen legen Eier ab und graben dieselben in feuchter Erde an gesicherten warmen Plätzen ein, ohne sich weiter um das Schicksal derselben zu kümmern. Man hat jedoch eine Art Brutpflege bei den Riesenschlangen beobachtet, welche ihren Leib über den abgesetzten Eiern zusammenrollen und der sich entwickelnden Brut Wärme und Schutz gewähren.

Die Entwicklungsgeschichte[1]) der Reptilien schliesst sich eng an die der Vögel an. Der verhältnissmässig grosse Dotter, innerhalb der Schale noch von einer Eiweissschicht umgeben, erleidet nach der Befruchtung eine partielle Furchung, welche zur Anlage eines scheibenförmigen Keimes mit den Rückenwülsten und der Rückenrinne führt. Bevor noch die Rückenwülste geschlossen sind, macht sich an dem erweiterten, die Kopfanlage bezeichnenden Abschnitt der Rückenfurche eine Knickung bemerkbar, welche die Entstehung der Kopfbeuge, einer ausschliesslich den höheren Wirbelthieren zukommenden Bildung, veranlasst. Der anfangs dem Dotter flach aufliegende Embryo setzt sich allmälig schärfer von dem Dotter ab, indem die Bauchwandungen des kahnförmigen Leibes bis auf eine Oeffnung (Nabel) zusammenwachsen und so der centrale, als flache Rinne angelegte Darm zu einem Rohre wird, dessen Zusammenhang mit dem abgeschnürten Dotter an Stelle jener Oeffnung durch

[1]) C. E. v. Baer, Ueber Entwicklungsgeschichte der Thiere. II. Königsberg, 1837. H. Rathke, Entwicklungsgeschichte der Natter. Königsberg. 1839. Derselbe, Ueber die Entwicklung der Schildkröten. Braunschweig, 1848. Derselbe, Untersuchungen über die Entwicklung und den Körperbau der Crocodile. Braunschweig. 1866. L. Agassiz, Embryology of the Turtle. Contributions to the nat. hist. etc., II. Boston, 1857.

einen engen Gang erhalten bleibt. Charakteristisch ist das Auftreten einer den Embryo umschliessenden Haut, der *Schafhaut* oder des *Amnion*. (Fig. 783.) Es erhebt sich nämlich die äussere Zellschicht des Keimes am vorderen und hinteren Ende des Embryos und bildet zwei das Kopf- und Schwanzende überdeckende Falten. Dieselben verwachsen über dem Körper des Embryos, und das innere Blatt dieser Falte liefert einen geschlossenen, mit Flüssigkeit erfüllten Sack, das Amnion; die äussere den Embryo einschliessende Zellschichte wird als seröse Hülle (*Serosa*) bezeichnet. Ein anderes, ebenfalls für die höheren Wirbelthiere charakteristisches Organ ist die *Allantois*, welche am hinteren Körperende als bläschenförmige Ausstülpung der vorderen Darmwand entsteht und zu einem ansehnlichen Sacke auswächst. Die Wandungen dieses mit einer Flüssigkeit gefüllten Sackes sind im Gegensatze zu der vollkommen gefässlosen Schafhaut ausserordentlich reich an Gefässen und repräsentiren ein embryonales Athmungsorgan, welches bei der langen Dauer und den complicirten Entwicklungsvorgängen des Embryonallebens von hoher Bedeutung ist. Mit dem Auftreten der Allantois steht nicht nur der Ausfall der Kiemenathmung, sondern die vollkommenere Organisation des ausschlüpfenden Jungen, der Ausfall einer Metamorphose im Zusammenhang.

Fig. 783.



Zwei Entwicklungsstadien des Hühnchens, nach v. Baer, um die Entwicklung von Amnion und Allantois zu zeigen. *a* Die beiden Falten zur Bildung des Amnions sind noch weit von einander entfernt, die Allantois in der ersten Anlage; *b* späteres Stadium mit bereits geschlossenem Amnion. *E* Embryo, *D* Dotterhaut, *Am* Amnion, *Sh* seröse Hülle, *Dh* Darmhöhle, *Dg* Dottergang, *V* Dotter, *C* Herz, *Al* Allantois.

Einige Schlangen und Eidechsen reichen weit bis in den Norden hinauf, während die Crocodile auf die heisse Zone beschränkt sind und Schildkröten nur in vereinzelten Beispielen der gemässigten Zone angehören. Die Reptilien der kalten und gemässigten Gegenden verfallen in eine Art Winterschlaf, wie andererseits auch in den heissen Klimaten ein Sommerschlaf vorkommt, der mit dem Eintritt der Regenzeit sein Ende erreicht.

Die meisten haben ein überaus zähes Leben, können geraume Zeit ohne Nahrung bei beschränkter Respiration existiren und sind, obgleich in geringerem Grade als die Amphibien, zur Reproduction verstümmelter oder verloren gegangener Körpertheile befähigt.

Die ältesten fossilen Reste von Reptilien gehören der Primärzeit an, doch erscheinen dieselben in diesem Zeitalter nur äusserst spärlich und auf die Kupferschieferformation (*Proterosaurus Speneri*) beschränkt. Eine weit

grössere Mannigfaltigkeit von Formen hat die Secundärzeit (namentlich das Zeitalter der Trias und des Jura) aufzuweisen, welche vorherrschend von Sauriern und meist Hydrosauriern belebt war. Die Schuppenechsen treten erst in den obersten Schichten des Jura auf und finden sich am zahlreichsten in der Tertiärzeit, welche auch spärliche Ueberreste von Schlangen aufzuweisen hat. Schildkröten kommen zuerst — von den zweifelhaften Fussspuren des Trias abgesehen — im Jura vor, Landschildkröten erst in der Tertiärformation.

1. Unterclasse. **Plagiotremata** (**Lepidosauria**), **Schuppensaurier.**

Reptilien mit Schuppen und Schildern der Haut, fusslos oder mit Extremitäten versehen, mit querer Afterspalte und doppeltem Penis.

1. Ordnung. **Saurii**[1]**, Eidechsen.**

Plagiotremen mit Schultergürtel und mit Brustbein, meist mit Paukenhöhle und beweglichen Augenlidern, ohne Erweiterungsfähigkeit des Rachens, mit Harnblase.

Die Eidechsen besitzen durchweg eine langgestreckte, zuweilen schlangenartige Gestalt. In der Regel finden sich vier Extremitäten, die indessen den Rumpf kaum emporgehoben tragen und bei der Bewegung meist als Nachschieber wirken, übrigens auch zum Anklammern (*Chamaeleon*), Klettern (*Geckonen*) und Graben benutzt werden können und gewöhnlich mit fünf bekrallten Zehen enden. Zuweilen bleiben dieselben so kurz, dass sie dem schlangenähnlichen Körper als Stummel anliegen, an denen die Zehen gar nicht zur Sonderung gelangen (*Chamaesaura*). In anderen Fällen sind nur kleine hintere Fussstummel (*Pseudopus*) (Fig. 784) oder ausschliesslich Vordergliedmassen (*Chirotes*) vorhanden, oder es fehlen überhaupt äusserliche Gliedmassen vollständig (*Anguis, Acontias, Ophisaurus*). Schultergürtel und Becken sind jedoch vorhanden, auch findet sich bei allen Echsen, mit Ausnahme der Amphisbaenen, wenigstens ein Rudiment des Brustbeins, welches mit der Ausbildung der Vordergliedmassen an Umfang zunimmt und dann einer entsprechend grösseren Zahl von Rippen zum Ansatze dient. Letztere fehlen nur den vordersten Halswirbeln, zuweilen auch einigen Lendenwirbeln, sowie den Schwanzwirbeln. Eine eigenthümliche Modification zeigen bei *Draco* die vorderen Rippenpaare, welche sich ausserordentlich verlängern und seitlichen, als Flughaut verwendbaren Hautduplicaturen zur Stütze dienen.

Die Schädelkapsel (Fig. 775) reicht meist nicht in die Orbitalgegend, wo sie unvollständig durch häutige Theile geschlossen ist, denen sich oft ein häu-

[1]) Tiedemann, Anatomie und Naturgeschichte der Drachen. Nürnberg, 1811. J. E. Gray, Catalogue of the specimens of Lizards in the Collection of the British Museum. London, 1845. Fr. Leydig, Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier. Tübingen, 1872.

tiges *Interorbitalseptum* anschliesst. Einem stark vorspringenden Fortsatz der hinteren Schläfengegend liegt das Schuppenbein (*Squamosum*) fest an. Das hintere Ende des Oberkiefers ist häufig durch eine die Orbita umschliessende Knochenbrücke (*Jugale*) mit dem hinteren Stirnbein verbunden, während von diesem ein Knochenstab, die Schläfengegend überbrückend (*Quadratojugale*), zu dem oberen Ende des Quadratbeines verläuft.

Ein wichtiger Charakter der Eidechsen im Gegensatze zu den Schlangen beruht auf dem Mangel der Verschiebbarkeit der Kieferknochen. Zwar sind Theile des Oberkiefer-Gaumenapparates mit dem Schädel beweglich (*Hatteria* ausgenommen) verbunden, insbesondere die Flügelbeine, die sich den Gelenkfortsätzen des hinteren Keilbeines anlegen und meist an dem Quadratbein articuliren, indessen zeigen die einzelnen Knochen des Kiefer-Gaumenapparates untereinander und mit der vorderen Partie des Schädels einen festen Zusammenhang. Die Flügelbeine sind mit dem Oberkiefer durch ein *Os transversum* fest verbunden und dienen dem Scheitelbeine durch eine stabförmige *Columella* zur Stütze (*Kionocrania*). An der Schädeldecke bleibt die Verbindung zwischen Scheitelbein und Hinterhaupt durch Bandmasse weich und verschiebbar. Am Schläfenbogen lenkt sich das Quadratbein beweglich ein und trägt den Unterkiefer, dessen Schenkel am Kinnwinkel in fester Verbindung stehen.

Fig. 784.

Pygopus (*Bipes*) *lepidopus* (règne animal).

Die Bezahnung der Eidechsen bietet nach Form, Bau und Befestigung der Zähne eine weit grössere Mannigfaltigkeit als bei den Schlangen, stellt sich indessen nicht so vollständig dar, indem der Gaumen niemals eine bogenförmig geschlossene innere Zahnreihe, sondern nur kleine seitliche Gruppen von Zähnen am Flügelbeine zur Entwicklung bringt. Fast immer sitzen dieselben den Knochen unmittelbar auf, entweder am Kieferrand (*Acrodonten*), oder an der inneren Seite des Kiefers (*Pleurodonten*). Dieser Unterschied entspricht bei den *Leguanen* der geographischen Verbreitung, indem die der östlichen Halbkugel Acrodonten, die der westlichen Halbkugel Pleurodonten sind. Wichtig erscheint die Gestalt der Zunge, durch welche sich Hauptgruppen unterscheiden lassen.

Die meisten Eidechsen besitzen Augenlider, ein freiliegendes Trommelfell und eine Paukenhöhle. Am Auge entbehren wohl nur die *Amphisbaenen*

und *Geckonen* der Lidbildungen und verhalten sich rücksichtlich der Augenbedeckung wie die Schlangen. Bei den *Scincoiden* kann das untere Augenlid wie ein transparenter Vorhang emporgezogen werden, ohne das Sehen zu verhindern. Bei den *Chamaeleoniden* ist das einfache Augenlid ein muskulöser Hautring mit kreisförmiger Oeffnung. Die Eidechsen besitzen ausserdem ein rudimentäres unpaares, dem Baue nach wahrscheinlich als Auge zu deutendes Sinnesorgan, welches sich aus dem distalen Theile der Zirbeldrüse (Epiphysis) hervorgebildet hat. Dasselbe nimmt das Parietalloch des Schädeldaches ein, dessen Vorkommen mit der Entwicklung jenes Organes zusammenhängt. (Leydig, de Graaf. Spencer.)

Die äussere Körperbedeckung der Eidechsen zeigt ähnliche Verhältnisse wie die der Schlangen, jedoch in weit grösserer Mannigfaltigkeit. Bald finden sich platte oder gekielte Schuppen, die nach ihrer Form und gegenseitigen Lage als Tafelschuppen, Schindelschuppen, Wirtelschuppen unterschieden werden, bald Schilder und grössere Tafeln, für deren Vertheilung am Kopf sich die bereits für die Schlangen hervorgehobenen Verhältnisse wiederholen. Doch kommen auch mehr unregelmässige Erhärtungen warziger Höcker vor, die der Haut ein an die Kröten erinnerndes Aussehen verleihen (*Geckonen*). Andererseits finden sich oft grössere Hautlappen an der Kehle, Kämme am Rücken und am Scheitel, ferner Faltungen der Haut an den Seiten des Rumpfes, am Halse etc. Obwohl im Allgemeinen die Haut der Eidechsen arm an Drüsen ist, so finden sich doch constant bei zahlreichen Eidechsen Hautdrüsen und entsprechende Porenreihen längs der Innenseite der Oberschenkel (Fig. 782) und vor dem After.

In der Regel legen die Weibchen nach vorausgegangener Begattung — in den gemässigten Gegenden im Sommer — wenige Eier; einige Gattungen (*Anguis, Seps*) sind lebendig gebärend. Die meisten sind harmlose und durch Vertilgen von Insecten und Würmern nützliche Thiere, grössere Arten, wie die Leguane, werden des Fleisches halber gejagt. Bei Weitem die Mehrzahl, und zwar sämmtliche grösseren und prachtvoll gefärbten Arten, bewohnen die wärmeren und heissen Klimaten.

Fossile Ueberreste von Eidechsen haben sich sehr zahlreich gefunden, die ältesten aus den obersten Schichten des Jura. Eine riesige Grösse besassen die den Monitoren am nächsten verwandten Echsen der Kreide (*Mosasaurus* etc.)

1. Unterordnung. *Kionocrania*. Eidechsen mit procoelen, selten amphicoelen Wirbeln und stabförmigen Säulen des Scheitelbeins (Columellae), welche auf den Flügelbeinen ruhen. Der vordere Theil des Schädels am Hinterhaupt verschiebbar. Nach dem Bau der Zunge kann man die zahlreichen Familien gruppiren.

1. *Crassilinguia, Dickzüngler*. Mit dicker und kurzer fleischiger Zunge, welche an der Spitze kaum ausgebuchtet, vielmehr in der Regel zugerundet ist und nicht vorgestreckt werden kann. Augenlider sind meist vorhanden. Das Paukenfell liegt meist frei. Ueberall finden sich vier Gliedmassen mit nach vorne gerichteten Zehen. Leben ausschliesslich in wärmeren Gegenden der alten und

neuen Welt: die östliche und westliche Hemisphäre bergen überraschend ähnliche Typen, die aber (mit Ausnahme der Geckonen) nach dem Zahnbau eine scharfe Scheidung gestatten; alle Bewohner Amerikas sind Pleurodonten, die der alten Welt Acrodonten.

Fam. *Ascalabotae*, Geckonen. Eidechsen von molchähnlicher plumper Form und geringer Körpergrösse, mit Haftlappen an den Zehen und mit biconcaven Wirbeln. Alle sind Pleurodonten ohne Gaumenzähne und nächtliche scheue Thiere mit grossen, der Lider entbehrenden Augen. Sie klettern und laufen mittelst ihrer meist zurückziehbaren Krallen und Haftlappen sehr geschickt an glatten und steilen Wänden und leben meist in den heissen Ländern, nur wenige im Süden Europas. Obwohl harmlose Thiere, gelten sie doch fälschlich für giftig; sie lassen zur Nachtzeit eine laute, wie Gecko klingende Stimme hören. *Platydactylus mauritanicus* L. (Fig. 785), *Pl. muralis* Dum. Bibr., Küsten des Mittelmeeres. *Hemidactylus verruculatus* Cuv., Küsten des Mittelmeeres. *Ptychozoon homalocephalum* Kuhl., Java.

Fig. 785.

Platydactylus mauritanicus

Fam. *Iguanidae*, Baumagamen, Leguane. Der seitlich etwas comprimirte Leib wird von langen, schlanken Beinen getragen, die vorzüglich zum Klettern geschickt sind. Kopf pyramidal, oft helmartig erhoben und durch den Besitz eines häutigen Kehlsackes sehr absonderlich gestaltet, meist mit freiliegendem Paukenfell. Viele besitzen einen stacheligen Rückenkamm und ändern in ähnlicher Art ihre Färbung wie die Chamaeleons.

Zu den Baumagamen der westlichen Hemisphäre, welche Pleurodonten sind, gehören: *Polychrus marmoratus* Cuv., Färberechse, Brasilien. *Iguana tuberculata* Laur. = *sapidissima* Merr., Westindien. *I. delicatissima* Lur., tropisches Amerika. *Cyclura carinata* Gray, Cuba. *Basiliscus mitratus* Daud., Südamerika.

Zu den Baumagamen der östlichen Hemisphäre, welche Acrodonten sind, gehören: *Calotes ophiomachus* Merr., Ostindien. (Fig. 786.) *Draco volans* L., Java. *Lophiura amboinensis* Schloss. *Grammatophora cristata* Gray, Australien.

Fam. *Humivagae*. Erdagamen. Echsen mit breitem und flachem, von kürzeren Beinen getragenem Leib, von fast krötenartigem Aussehen, die Körperhaut nicht selten mit Stachelschuppen bedeckt. Leben auf der Erde in steinigen und sandigen Gegenden, wo sie sich in Gruben und Löchern verbergen.

Zu den Erdagamen Amerikas, welche sämmtlich Pleurodonten sind, gehören: *Phrynosoma orbiculare* Wiegm., Tapayaxin, Mexico. *Tropidurus cyclurus* Wied., Brasilien.

Zu den Erdagamen Ostindiens und Afrikas, welche Acrodonten sind und Eckzähne besitzen, gehören: *Phrynocephalus helioscopus* Kb., Sibirien. *Moloch horridus* Gray., Australien. *Uromastix spinipes* Merr., Egypten *Agama colonorum* Daud., Egypten., *Stellio vulgaris* Latr., Hardun, Egypten.

2. *Brevilinguia*, *Kurzzüngler*. Schuppenechsen von langgestrecktem, oft Schlangen-ähnlichem Körper mit sehr verschieden entwickelten Gliedmassen. Zunge kurz und dick, ohne Scheide, an dem verdünnten Vorderende mehr oder minder ausgeschnitten und wenig vorstreckbar. Augenlider in der Regel vorhanden, das Paukenfell liegt oft unter der Haut verborgen.

Fam. *Scincoideae*, Sandechsen. Der mehr oder minder Schlangen-ähnliche Körper ist mit glatten Knochenschuppen bedeckt, der Scheitel mit grösseren Schildern bekleidet.

Anguis fragilis L., Blindschleiche, Europa. *Scincus officinalis* Laur. (Fig. 787), Egypten. *Seps chalcidica* Merr., Dalmatien. *Acontias meleagris* Cuv., Cap.

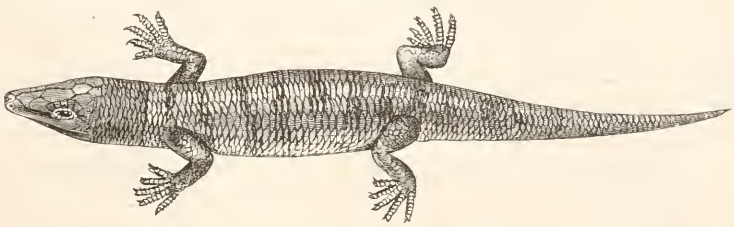
Fam. *Ptychopleurae*, Seitenfalter, Wirtelschleichen. Körper mit zwei seitlichen, von kleinen Schuppen bekleideten Hautfalten, welche von der Ohrgegend bis in die Nähe des Afters verlaufen und Rücken und Bauch abgrenzen. *Zonurus Cordylus* Merr. = *griseus*

Fig. 786.

Calotes ophiomachus.

Cuv., Südafrika. *Pseudopus Pallasii* Cuv., Scheltopusik, südöstliches Europa, auch in Niederösterreich. *Pygopus* (*Bipes*) *lepidopus* Lacep., Neuholland. (Fig. 784.) *Chamaesaura anguina* Schn., Cap. *Ophisaurus ventralis* Daud., Nordamerika.

Fig. 787.



Scincus officinalis (règne animal).

3. *Fissilinguia*, *Spaltzüngler*. Pleurodonten mit langer und dünner, vorstreckbarer, zweispitziger Zunge, meist mit vollkommenen Augenlidern und stets mit freiem Paukenfell. Die Schuppen des Rumpfes sind kleine Schindelschuppen, die des langen Schwanzes meist Wirtelschuppen.

Fam. *Lacertidae*, Eidechsen. Meist lebhaft gefärbte, langschwänzige und äusserst bewegliche Eidechsen mit beschildertem Kopf. Die Bauchfläche ist mit meist viereckigen, in schrägen Reihen angeordneten Schildern bekleidet. *Lacerta vivipara* L., Deutschland und Südeuropa, ist lebendig gebärend. *L. ocellata* Daud., *L. viridis* L., grün, vorne mit schwarzen Flecken, das Weibchen minder lebhaft gefärbt, mit kleineren, weniger zahlreichen Schenkelporen, Dalmatien. *L. agilis* L. = *stirpium* Daud., gemeine Eidechse. *L. muralis* Merr., Südeuropa. *Heloderma horridum* Wiegm., Mexico.

Fam. *Ameividae*, Tejueidechsen. Eidechsen der neuen Welt, deren Kopf wie bei den Lacertiden beschildert ist, während der Bauch von viereckigen, in Querreihen geord-

neten Schildern bekleidet wird. *Tejus monitor* Merr. = *T. Tejuexin* L., Brasilien, lebt in Erdlöchern und hohlen Baumstämmen und nährt sich von Mäusen, Insecten und Würmern und wird mit dem langen Schwanz 4 bis 5 Fuss lang. Wird gejagt und gegessen. *Ameiva vulgaris* Licht., Westindien.

Fam. *Monitoridae*, Warneidechsen. Langgestreckte grosse Eidechsen ohne Schenkelporen. Scheitel, Rücken und Bauch sind mit kleinen Tafelschuppen bekleidet. Die Trennung der Herzkammern ist am vollständigsten in der ganzen Ordnung. *Psammosaurus scincus* Merr. = *Varanus arenarius* Dum. Bibr., Egypten, Landcrocodil Herodot's. *Monitor niloticus* Hassl., Warneidechse, frisst die Eier der Crocodile.

2. Unterordnung. *Rhynchocephala* [1]). Eidechsen mit unbeweglichem Quadratum und amphicoelen Wirbeln, mit Sternum abdominale, ohne Paukenhöhle und ohne Copulationsorgane. Bezahnung acrodont.

Fam. *Hatteridae*. *Hatteria* (= *Sphenodon*) *punctata* Grey, Neuseeland. Verwandt sind die fossilen *Rhynchosaurus* Owen und *Hyperodapedon* Huxley aus der Trias.

Fig. 788.

Pterodactylus elegans, nach Zittel.

Fossile Saurier-Ordnungen sind die *Proterosaurier* und *Thecodontia*. Die ersteren repräsentiren die ältesten Eidechsen, ausgezeichnet durch den Besitz biconcaver Wirbelkörper und gabelig gespaltener Dornfortsätze, aus dem Kupferschiefer; die *Thecodontia* ebenfalls mit biconcaven Wirbelkörpern besassen comprimirte, in Alveolen eingekeilte Zähne mit fein gezähnelter Streifung ihrer Kronen und gehören der Triaszeit an. Ebenfalls nur fossil erhaltene Formen enthält die Ordnung der *Pythonomorpha* Cope mit schmalem Sternum, kurzen Extremitäten, Schlangen-ähnlich gestreckt. *Clidastes* Cope, Kreide, Nordamerika.

Als besondere Unterclasse sind die mesozoischen *Dinosauria* zu betrachten, zum Theil colossale Landbewohner des Jura, Wealden und der unteren Kreide, welche ihrem Baue nach mehrfach an Säugethiere, insbesondere an Pachydermen erinnern, in ihren herbivoren Gliedern (*Ornithopoden*) jedoch genetische Beziehungen zu den Ratiten zu bieten scheinen.

Marsh unterscheidet als Ordnungen 1. *Sauropoda*, welche in nächster Verwandtschaft zu den Crocodiliern stehen (*Atlantosaurus*, *Diplocodus* etc.),

[1]) A. Günther, Contribution to the Anatomy of Hatteria (Rhynchocephalus). Philos. Transact. Roy. Soc. London, Vol. 157, II, 1867.

2. *Stegosauria*, 3. *Ornithopoda* (*Iguanodon*), in denen G. Baur die Ahnen der Ratiten nachzuweisen sucht. 4. *Theropoda*, welche Fleischfresser waren und in die Familien der *Megalosauriden*, *Ceratosauriden*, *Labrosauriden*, *Zanclodontiden* (*Zanclodon*), *Amphisauriden* getheilt werden.

Die Ordnung der *Ornithopoden*, mit welcher die *Ornithosceliden* Huxley's theilweise zusammenfallen, zeigte im Körperbau, insbesondere in der Gestaltung des Beckens Eigenthümlichkeiten, welche auf die Organisation der Vögel hinweisen. Durch die praeacetabulare Ausdehnung des *Os ilium* und durch die abwärts gerichteten langgestreckten Sitz- und Schambeinknochen ausgezeichnet, besassen diese Saurier wenigstens in der die jurassische Gattung *Compsognathus* fassenden Abtheilung sehr lange Cervicalwirbelkörper, einen fast vogelähnlichen Kopf, einen sehr langen Hals und kurze vordere, dagegen sehr lange hintere Rippen. Auch scheint das Sprungbein wie bei den Vögeln mit der langen Tibia verschmolzen.

Die *Pterosaurier* oder *Pterodactylier*, ebenfalls vornehmlich aus der jurassischen Zeit, waren fliegende Saurier. Von den Fingern der Hand war der äussere säbelförmig verlängert und von bedeutender Stärke; wahrscheinlich war von demselben die Flughaut getragen, welche zum Flattern oder gar zum Fluge befähigte (Fig. 788). *Rhamphorhynchus Gemmingii* H. v. M., lithographischer Schiefer. *Pterodactylus longirostris* Cuv., Jura.

Fig. 789.

Amphisbaena fuliginosa (règne animal).

3. Unterordnung. *Vermilinguia*, *Wurmzüngler*. Eidechsen der alten Welt mit wurmförmiger, weit vorschnellbarer Zunge, kreisrundem Augenlide und hohem, seitlich comprimirtem Körper, welcher von einer chagrinartigen Haut bedeckt ist. Der Schädelbau weicht von dem der übrigen Eidechsen bedeutend ab, indem die Scheitelbeine unbeweglich mit dem Occipitale und dem über die Scheitelbeine sich fortsetzenden Occipitalkamme verbunden sind.

Fam. *Chamaeleonidae*, Chamaeleons. Die Füsse sind Greiffüsse und enden mit fünf Zehen, von denen je zwei und drei Zehen, bis auf die Krallen mit einander verbunden, wie die Arme einer Zange wirken. Der lange dünne Schwanz dient als Wickelschwanz zum Festhalten des Körpers an Zweigen. Alle sind Acrodonten. Das Paukenfell ist von der Körperhaut überzogen. Merkwürdig und sowohl von dem Lichtreize der Umgebung abhängig, als der Willkür des Thieres unterworfen, ist der Farbenwechsel der Haut, zu dessen Erklärung besonders die Untersuchungen Brücke's[1]) beigetragen haben. Es sind nämlich zwei verschiedene Pigmentschichten unter der dünnen Oberhaut angehäuft, eine oberflächliche hellgelbliche und eine tiefere dunkelbraune bis schwarze, deren gegenseitige Ausbreitung und Lagerung sich verändert. *Chamaeleon vulgaris* Cuv., südliches Spanien und Afrika.

[1]) E. Brücke, Untersuchungen über den Farbenwechsel des afrikanischen Chamaeleons. Denkschr. der k. Akad. der Wissensch. Wien, 1852.

4. Unterordnung. *Annulata. Ringelechsen.* Körper Schlangen-ähnlich mit derber schuppenloser Haut, welche durch Querfurchen in Ringe abgetheilt ist. (Fig. 789.) Diese werden wieder von Längsfurchen in der Art gekreuzt, dass die Oberfläche ein zierlich getäfeltes, mosaikartiges Aussehen erhält. Nur am Kopfe und an der Kehle finden sich grössere Schilder. Ein Brustbein fehlt, während der Schultergürtel, mit Ausnahme von *Chirotes*, rudimentär bleibt. Beckenrudimente treten überall auf. Gewöhnlich fehlen die Extremitäten, indessen können kleine Vorderfüsse (*Chirotes*) vorhanden sein. Augenlider und Paukenfell fehlen, die kleinen Augen werden von der Haut überzogen. Die Zunge ist dick und kurz, ohne Scheide, und auch die Bezahnung wie bei den Schuppenechsen entweder nach Art der Acrodonten oder der Pleurodonten. Es sind harmlose Thiere, die grossentheils in Amerika, ähnlich wie die Blindwühler, unterirdisch, meist in Ameisenhaufen, leben und sich von Insecten und Würmern nähren.

Fam. *Amphisbaenidae,* Doppelschleichen. *Amphisbaena alba* L., Brasilien. *A. fuliginosa* L., Südamerika. (Fig. 789.) *Chirotes lumbricoides* Flem., Mexico.

2. Ordnung. **Ophidia** [1]) **(Serpentes), Schlangen.**

Fusslose Plagiotremen, ohne Schultergürtel, mit zweispaltiger vorstreckbarer Zunge, meist mit freibeweglichen, überaus verschiebbaren Kiefer- und Gaumenknochen, ohne Paukenhöhle und Harnblase.

Die Charaktere der Schlangen beruhen auf dem Mangel von Extremitäten, sowie auf der oft erstaunlichen Erweiterungsfähigkeit des Rachens. Indessen ist eine scharfe Abgrenzung von den Eidechsen nicht möglich. Früher nahm man bei Begrenzung dieser Ordnung ausschliesslich auf den Mangel der Extremitäten Rücksicht und rechnete daher nicht nur von den Amphibien die Blindwühler, sondern auch die Blindschleichen und andere extremitätenlose Eidechsengattungen, die *Amphisbaenen*, zu den Schlangen. Uebrigens besitzen auch zahlreiche Schlangen Rudimente von hinteren Extremitäten, die an der Schwanzwurzel liegen und eine kegelförmige, zur Seite des Afters hervorstehende Kralle tragen. Schultergürtel und Theile eines vorderen Extremitätenpaares jedoch kommen bei keiner Schlange vor.

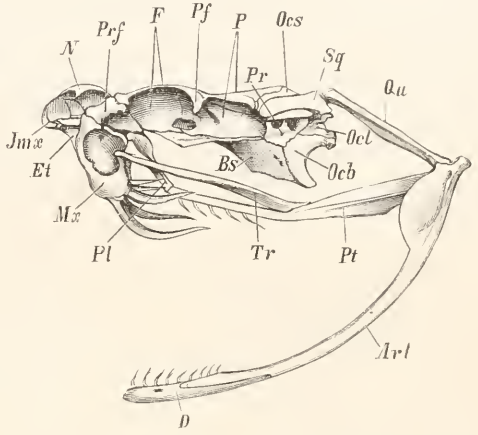
Am Schädel der Schlangen (Fig. 790) fehlt eine Ueberbrückung der Schläfengegend. Die Schädelhöhle ist sehr langgestreckt, die vorderen und mittleren Theile ihrer Seitenwand werden durch absteigende Flügelfortsätze der Scheitelbeine und Stirnbeine gebildet. Kiefer und Gaumenknochen, durch

[1]) Gray, Catalogue of Reptiles in the Collection of the British Museum. Part. III. Snakes. London. 1849. Günther. Catalogue of Colubrine Snakes in the Collection of the British Museum. London. 1858. Jan, Iconographie générale des Ophidiens. Livr. I—XXVII. Paris, 1860—1868. Lenz, Schlangenkunde, 2. Auflage. Gotha, 1870.

ein *Os transversum* verbunden, zeigen eine so vollkommene Verschiebbarkeit, dass der Rachen die Fähigkeit einer beträchtlichen Erweiterung und seitlichen Ausdehnung erhält. Das Quadratbein lenkt sich äusserst beweglich am *Os squamosum* ein, welches ebenfalls meist beweglich am Hinterhaupte angeheftet ist. Ebenso beweglich wie die Theile des Oberkiefer-Gaumenapparates erweisen sich die beiden Aeste des Unterkiefers, welche, am Kinnwinkel durch ein Band verbunden, eine sehr bedeutende seitliche Verschiebung zulassen.

Die Kieferbewaffnung wird von zahlreichen, nach hinten gekrümmten Fangzähnen gebildet, welche den Unterkiefer in einfacher, den Oberkiefer-Gaumenapparat meist in doppelter, mehr oder minder vollständig besetzter Bogenreihe bewaffnen und vornehmlich beim Verschlingen der Beute als Widerhaken wirken. Auch dem Zwischenkiefer können Hakenzähne zugehören (*Python*). Nur bei den Engmäulern beschränken sich die Zähne auf Oberkiefer oder Unterkiefer (*Opoterodonten*). Ausser diesen soliden Hakenzähnen kommen im Oberkiefer zahlreicher Schlangen Furchenzähne oder hohle, von einem Canale durchbohrte Giftzähne vor, deren Basis mit dem Ausführungsgange einer Giftdrüse in Verbindung steht und das ausfliessende Secret derselben fortleitet. Häufig enthält der sehr verkümmerte Oberkiefer jederseits nur einen einzigen grossen durchbohrten Giftzahn, dem aber stets noch grössere und kleinere Ersatzzähne anliegen (*Solenoglyphen*). Selten treten die Furchenzähne in grösserer Zahl auf und sitzen entweder ganz vorne (*Proteroglyphen*) oder hinter einer Reihe von Hakenzähnen im Oberkiefer (*Opisthoglyphen*). In beiden Fällen ist der Oberkiefer grösser als bei den *Solenoglyphen*, dagegen erlangt derselbe bei den Schlangen, welche auch der Furchenzähne entbehren (*Aglyphodonten*), den grössten Umfang und die reichste Bezahnung. Während die Furchenzähne unbeweglich befestigt sind, richten sich die durchbohrten Giftzähne mitsammt dem Kiefer, dem sie aufsitzen, beim Oeffnen des Rachens auf und werden im Momente des Bisses in das Fleisch der Beute eingeschlagen. Gleichzeitig fliesst das Secret der Giftdrüse, durch den Druck der Schläfenmuskeln ausgepresst, in die Wunde ein und veranlasst, mit dem Blute in Berührung gebracht, den raschen Eintritt des Todes.

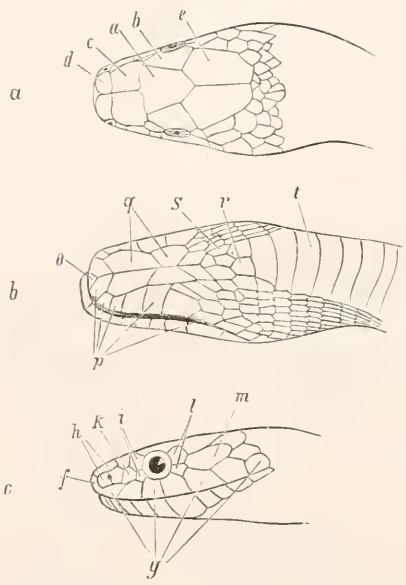
Fig. 790.



Kopfskelet von *Crotalus horridus*. *Och* Occipitale basale, *Ocl* O. laterale, *Ocs* O. superius, *Pr* Prooticum, *Bs* Basisphenoideum, *Sq* Squamosum, *P* Parietale, *F* Frontale, *Pf* Postfrontale, *Prf* Praefrontale, *Et* Ethmoideum impar, *N* Nasale, *Qu* Quadratum, *Pt* Pterygoideum, *Pl* Palatinum, *Mx* Maxillare, *Jmx* Intermaxillare, *Tr* Transversum, *D* Dentale, *Art* Articulare des Unterkiefers.

Die als Schuppen, Schilder und Schienen auftretenden Hartgebilde der Haut wechseln nach Form, Zahl und Anordnung mannigfach. Während die Rückenfläche des Rumpfes durchweg mit glatten oder gekielten Schuppen bekleidet ist, kann der Kopf sowohl von Schuppen, als von Schildern und Tafeln bedeckt sein, welche ähnlich wie bei den Eidechsen nach der besonderen Lage als Stirn-, Scheitel-, Hinterhauptschilder, ferner als Schnauzen-, Nasen-, Augen-, Zügel-, Schläfen- und Lippenschilder unterschieden werden. (Fig. 791.)

Fig. 791.



a Dorsale Ansicht, *b* ventrale Ansicht des Kopfes von *Calopeltis Aesculapii*, *c* Seitenansicht des Kopfes von *Tropidonotus viperinus*, nach E. Schreiber. *a* Stirnschild, *b* Brauenschilder, *c* hintere Schnauzenschilder, *d* vordere Schnauzenschilder, *e* Scheitelschilder, *f* Rüsselschild, *g* Oberlippenschilder, *h* Nasenschild, *i* vordere Augenschilder, *k* Zügelschild, *l* hintere Augenschilder, *m* Schläfenschild, *o* Kinnschild, *p* Unterlippenschilder, *q* Rinnenschilder, *r* Kehlschild, *s* Kehlschuppen, *t* Bauchschilder.

Als den meisten Schlangen eigenthümlich mögen die Schilder der Kinnfurche, die Rinnenschilder, hervorgehoben werden, vor denen noch zwei accessorische Lippenschilder jederseits neben dem mittleren Lippenschilde des Unterkiefers die vordere Begrenzung der Kinnfurche bilden. Am Bauche finden sich meist breite Schilder, die wie Querschienen den Rumpf bekleiden, doch können auch hier Schuppen und kleine mediane Schilder vorkommen; die Unterseite des Schwanzes wird dagegen in der Regel von einer paarigen, selten von einer einfachen Reihe von Schildern bedeckt. Die Schlangen häuten sich mehrmals im Jahre, indem sie ihre Oberhaut, an welcher sich die Sculptur der Cutis wiederholt, in toto abstreifen.

Die innere Organisation entspricht den Anforderungen des langgestreckten Baues, sowie der Bewegungs- und Ernährungsweise. Ein langer und dehnbarer dünnhäutiger Schlund führt in den sackförmig erweiterten Magen, auf welchen ein verhältnissmässig kurzer Dünndarm folgt. Der Kehlkopf erscheint ausserordentlich weit nach vorne gerückt und kann während des langsamen, schwierigen Schlingactes bis in den Rachen vortreten. Die ausserordentlich lange Trachea enthält oft schon in ihrem Verlaufe respiratorische Luftzellen. Die linke Lunge ist meist ganz rudimentär, während die um so mächtiger entwickelte rechte Lunge an ihrem Ende ein schlauchförmiges Luftreservoir bildet. Dem Gehörorgane fehlen schallleitende Apparate (sowohl Trommelfell als Paukenhöhle), dem Auge bewegliche Lider. Der Augapfel mit seiner meist senkrechten Pupille wird an Stelle der Lider von der durchsichtigen, uhrglasförmigen Haut bedeckt und hinter dieser von der Thränenflüssigkeit reichlich bespült. Die Nasenöffnungen liegen meist ganz an der Spitze oder am Seitenrande der

Schnauze. Die gabelig gespaltene hornige Zunge dient nicht als Geschmacks-, sondern als Tastorgan und ist von einer Scheide umschlossen, aus der sie selbst bei geschlossenem Rachen durch einen Einschnitt der Schnauzenspitze weit vorgestreckt werden kann.

Die Schlangen bewegen sich vornehmlich durch seitliche Krümmungen der Wirbelsäule, deren zahlreiche Wirbel am Rumpfe fast durchweg Rippen tragen und durch freie Kugelgelenke ihrer concav-convexen Körper, sowie durch horizontale Gelenkflächen der Querfortsätze in der Art verbunden werden, dass dorso-ventrale Bewegungen ausgeschlossen sind. Auch stehen die Rippen in freier Gelenkverbindung mit den Wirbelkörpern und können in der Längsrichtung vor- und zurückgezogen werden, Bewegungen, welche die Locomotion wesentlich unterstützen. Durch abwechselndes Vorschieben der Rippen und Nachziehen der durch Muskeln sowohl miteinander, als mit den Rippen befestigten Bauchschilder laufen die Schlangen in gewissem Sinne auf den äussersten Spitzen ihrer an Hautschildern befestigten Rippen.

Die Schlangen ernähren sich ausschliesslich von lebenden Thieren, sowohl Kaltblütern, als Warmblütern, die sie im Schusse überfallen, tödten und ohne Zerstückelung in toto verschlingen. Während die Speicheldrüsen ihr reichliches Secret ergiessen, welches die Oberfläche der zu überwältigenden Beute schlüpfrig macht, und der Kehlkopf zwischen den Kieferästen zur Unterhaltung der Athmung hervortritt, haken sich die Kieferzähne abwechselnd fortschreitend immer weiter ein, und es zieht sich gewissermassen Rachen und Schlund allmälig über die Beute hin. Nach Vollendung des anstrengenden Schlinggeschäftes tritt eine Abspannung aller Kräfte ein, es folgt eine Zeit träger Ruhe, während welcher die sehr langsame, aber vollständige Verdauung von Statten geht.

Die Fortpflanzung geschieht nach vorausgegangener Begattung in der Regel durch Ablage wenig zahlreicher grosser Eier, in denen die Embryonalentwicklung schon weit vorgeschritten sein kann. Indessen gibt es auch lebendig gebärende Schlangen, z. B. die Seeschlangen und die Kreuzotter.

Die meisten durch Grösse und Schönheit der Farben ausgezeichneten Arten gehören den wärmeren Zonen an, nur kleine Formen reichen bis in die nördlichen gemässigten Klimate. Viele Schlangen besuchen gern das Wasser und sind wahrhaft amphibiotisch. Andere bewegen sich grossentheils auf Bäumen und Gesträuchen oder auf sandigem Erdboden, andere ausschliesslich im Meere. In den gemässigten Ländern verfallen sie in eine Art Winterschlaf, in den heissen halten sie zur Zeit der Trockniss einen Sommerschlaf.

1. Unterordnung. *Opoterodonta*, *Wurmschlangen*. Mit enger, nicht erweiterungsfähiger Mundspalte und unbeweglich verbundenen Gesichtsknochen, ohne oder mit nur sehr kurzem Schwanz. Besitzen nur im Oberkiefer oder im Unterkiefer solide Hakenzähne. Hinterextremitäten als Rudimente vorhanden. Leben unter Steinen oder in Erdgängen und nähren sich von Insecten.

Fam. *Typhlopidae*. *Typhlops lumbricalis* Merr. (Fig. 792), Antillen. *T. vermicularis* L., Griechenland. *Stenostoma nigricans* Dum. Bibr., Südafrika.

2. Unterordnung. *Colubriformia.* Beide Kiefer mit soliden Hakenzähnen bewaffnet, im Oberkiefer kann der letzte Zahn ein Furchenzahn sein und dann entweder ohne Giftdrüse bleiben oder mit dem Ausführungsgang einer kleinen Giftdrüse in Verbindung stehen. Umfasst die *Aglyphodonten* und *Opisthoglyphen*.

Fam. *Uropeltidae*, Schildschwänze. Mit kurzem und spitzem Kopf, dessen Rachen nicht erweiterungsfähig ist, aber in beiden Kiefern Zähne trägt. *Uropeltis phillipinus* Cuv.

Fam. *Tortricidae*, Wickelschlangen. Mit kleinem, kaum abgesetzten Kopf und kurzem konischen Schwanz. Zähne klein, auch an den Gaumenbeinen. Besitzen ein Beckenrudiment nebst kleinen Afterklauen. *Tortrix scytale* Hmpr., Südamerika. *Cylindrophis rufa* Gray, Java.

Fig. 792.

Typhlops lumbricalis (règne animal).

Fam. *Pythonidae*. Riesenschlangen (*Peropodes*). Mit länglich-ovalem, beschildertem oder beschupptem Kopf und Rudimenten von hinteren Extremitäten, welche mit einer Afterklaue zu den Seiten der Kloake enden. *Eryx jaculus* Wagl., Südeuropa. *Boa constrictor* L., Brasilien. *Python reticulatus* Sch., Sumatra.

Fam. *Colubridae*. Nattern. Der nicht sehr breite abgesetzte Kopf ist beschildert. Die Bezahnung vollständig. Der Schwanz mit doppelten Schilderreihen an der Unterseite. *Coronella austriaca* Laur. = *C. laevis* Lac., glatte Natter, in Europa sehr verbreitet. *Liophis cobella* L., Brasilien. *Tropidonotus natrix* Gesn., Ringelnatter. Mit schief gekielten Schuppen, weit über Europa verbreitet. *Tr. tesselatus* Meyr., Würfelnatter. *Coluber (Calopeltis) Aesculapii* Gesn. = *C. flavescens* Gm., die Schlange des Aesculap, Südeuropa, Oesterreich, Schlangenbad. *Zamenis atrovirens* Shaw., Südeuropa, *Herpetodryas carinatus* L., Brasilien.

Fam. *Dendrophidae*, Baumnattern. Körper dünn und schlank, mit meist langem flachen, vom Nacken abgesetzten Kopf. Bauchschilder meist mit zwei Kielen. Untere Schwanzschilder in zwei Reihen. *Dendrophis picta* Gm., Ostindien. *Ahaetulla smaragdina* Boie, Westafrika.

Fam. *Dryophidae*. Körper sehr lang und schlank, ebenso der Kopf, mit dünner, zuweilen in einen biegsamen Anhang auslaufender Schnauze. *Dryophis argentea* Daud., Cayenne.

Fam. *Psammophidae*, Sandnattern. Der hintere Oberkieferzahn gefurcht. *Psammophis lineatus* Dum. Bibr., Mexico. *Coelopeltis lacertina* Wagl., Egypten.

Fam. *Dypsadidae*. Körper ziemlich schlank, stark comprimirt, mit kurzem, hinten verbreitertem, stark abgesetztem Schwanz. Meist hintere Furchenzähne vorhanden. *Dipsas dendrophila* Reinw., Ostindien. *D. fasciata* Fisch., Westafrika.

Fam. *Scytalidae*. Hinterer Oberkieferzahn am längsten und gefurcht. *Scytale coronatum* Dum. Bibr., Brasilien. *Oxyrhopus plumbeus* Wied., Südamerika.

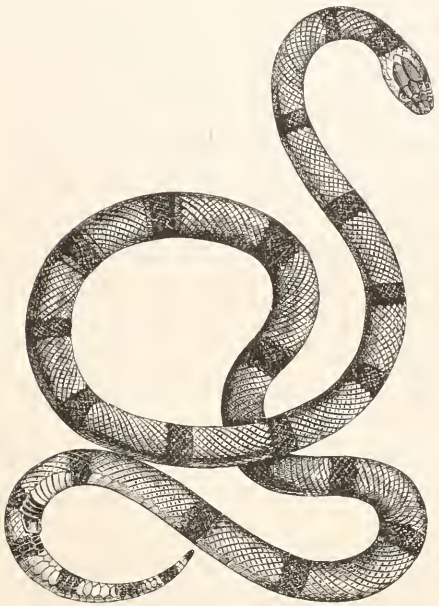
3. Unterordnung. *Proteroglypha.* Giftschlangen mit grossen Furchenzähnen, welche vorne im Oberkiefer stehen, hinter denen meist noch solide Hakenzähne folgen. Gaumen und Flügelbeine sind ebenso wie der Unterkiefer mit Hakenzähnen bewaffnet.

Fam. *Elapidae*, Prunknattern. Von Natter-ähnlichem Habitus, mit beschildertem Kopf, meist mit zwei Reihen von Subcaudalschildern. *Naja tripudians* Merr., Brillenschlange, Bengalen. *N. haje* L., Schlange der Cleopatra, Egypten. *Elaps corallinus* L., Südamerika. (Fig. 793.)

Fam. *Hydrophidae*. Wasserschlangen. Mit kaum abgesetztem beschilderten Kopf und comprimirtem Rumpf, welcher in einen stark compressen Ruderschwanz ausläuft. Lebendig gebärend. *Platurus fasciatus* Daud., Indisches Meer. *Hydrophis (Pelamis) bicolor* Daud. (Fig. 794), Indisches Meer.

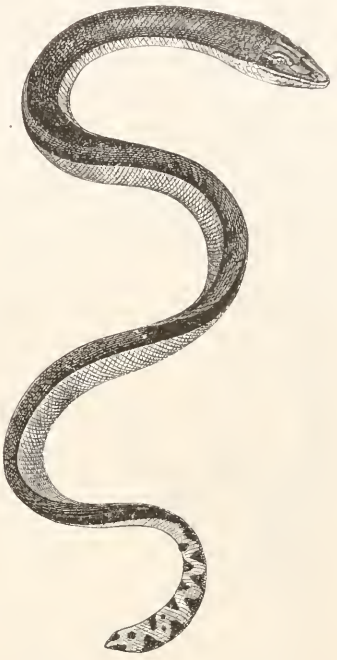
4. Unterordnung. *Solenoglypha*. Schlangen mit triangulärem Kopf und verhältnissmässig kurzem Schwanz. Der kleine Oberkiefer trägt jederseits einen hohlen Giftzahn, sowie einen oder mehrere Ersatzzähne. Ausserdem aber finden sich solide kleine Hakenzähne sowohl am Gaumen, als im Unterkiefer.

Fig. 793.



Elaps corallinus (règne animal).

Fig. 794.



Hydrophis bicolor (règne animal).

Fam. *Viperidae*, Ottern. Mit stark abgesetztem, breitem Kopf, ohne Gruben zwischen Nasen und Augen. Meist finden sich zwei Schilderreihen an der Unterseite des kurzen Schwanzes. *Vipera aspis* Merr., in bewaldeten Gebirgsgegenden Südeuropas. *V. ammodytes* Dum. Bibr., Sandviper, mit einer weichen hornartigen Erhebung an der Schnauzenspitze, Italien und Dalmatien. *Pelias berus*. Merr. Kreuzotter, Kupfernatter, ausgezeichnet durch die schwarzbraune Zickzackbinde des Rückens, in Gebirgswaldungen Europas.

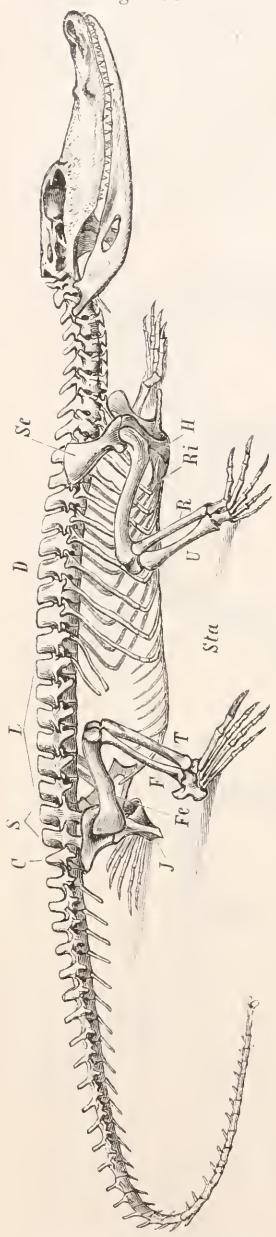
Fam. *Crotalidae*, Grubenottern. Mit einer Grube zwischen Auge und Nase. *Crotalus durissus* L., Klapperschlange, südöstliches Nordamerika. *C. horridus* L., Südamerika. *Bothrops atrox* L., Brasilien.

2. Unterclasse. **Hydrosauria** [1]), **Wasserechsen.**

Wasserbewohnende Reptilien von bedeutender Grösse, mit eingekeilten Zähnen und lederartiger oder bepanzerter Haut, mit Ruderflossen oder kräftigen Füssen, deren Zehen durch Schwimmhäute verbunden sind.

[1]) R. Owen, Palaeontology. London, 1860. Huxley, On the dermal armour of Jacare and Caiman etc. Journ. Proceed. Linn. Soc., Vol. IV, 1860. Rathke.

Fig. 795.



Crocodilskelet. *D* Dorsalregion, *L* Lumbalregion, *S* Sacralregion, *Ri* Rippen, *Sc* Scapula, *H* Humerus, *R* Radius, *U* Ulna, *Sta* Sternum abdominale, *Fe* Femur, *T* Tibia, *F* Fibula, *J* Os ischii, *C* Caudalwirbel.

Die Hydrosaurier, in der Jetztwelt durch die Crocodile vertreten, zeichnen sich bei einer meist riesigen Grösse durch den Aufenthalt im Wasser und eine demselben entsprechende, und zwar hohe Organisation aus. Zahlreiche vorweltliche Formen, von deren innerem Bau freilich wenig Sicheres zu erschliessen ist, waren ausschliesslich Bewohner des Meeres und besassen Ruderflossen, ähnlich den Flossen der Wale, mit kurzen Armknochen und zahlreichen Knochen der Handwurzel und der verbundenen Zehen. Ihre Wirbelsäule, in ihren einzelnen Abschnitten überaus beweglich und noch aus breiten biconcaven Wirbeln zusammengesetzt, lief in einen ansehnlichen Schwanz aus, der wahrscheinlich von einer häutigen Flosse umsäumt war. Auf einer höheren Entwicklungsstufe enthält die Wirbelsäule opistocoele oder procoele Reptilienwirbel und endet mit einem kammförmig umsäumten Ruderschwanz, die Extremitäten bilden sich mehr und mehr als Füsse aus, deren deutlich gesonderte Zehen meist noch eine Schwimmhaut zwischen sich einschliessen. Solche Formen halten sich nicht mehr auf hoher See, sondern an der Küste, in Lagunen und in der Nähe von Flussmündungen auf, sie besteigen das Land und bewegen sich hier in raschem Lauf, jedoch ohne die Fähigkeit leichter und geschickter Wendungen.

Die Hydrosaurier erscheinen der Bildung ihres Gebisses nach als gewaltige Raubthiere. Der platte, schnabelartig verlängerte Kopf trägt in seinen lang ausgezogenen Kiefern eine Bewaffnung von spitzen, kegelförmigen Fangzähnen, die, in tiefen Alveolen eingekeilt, bald glatte, bald gestreifte oder oberflächlich gefaltete Kronen zeigen und allmälig von nachfolgenden Ersatzzähnen verdrängt werden. Rippen finden sich in grosser Zahl nicht nur an dem sehr langgestreckten Brusttheil, sondern auch am Hals und in der Bauchgegend, über welcher sich bei den Crocodilen ein schmales *Sternum abdominale* bis zum Beckengürtel fortsetzt und seitlich eine Anzahl Bauchrippen trägt, deren obere Enden die Wirbelsäule nicht erreichen (Fig. 795.) Die innere Organisation mag in

Untersuchungen über die Entwicklung und den Körperbau der Crocodile. Braunschweig, 1866.

den einzelnen Gruppen verschiedene Stufen der Vervollkommnung durchlaufen haben, von denen ausschliesslich die Organisation der lebenden Crocodile bekannt werden konnte.

1. Ordnung. **Enaliosauria.**

Hydrosaurier mit nackter, lederartiger Haut, biconcaven Wirbeln und Ruderflossen (ausschliesslich der Secundärzeit angehörig).

Die Ueberreste dieser colossalen Meeresbewohner, welche die Secundärzeit von Anfang bis zu Ende durchlebten, lassen diese Thiere als die gewaltigsten Beherrscher der Meere jener Zeiten erscheinen. Bei einer sehr bedeutenden Körperlänge besassen dieselben eine meist langgestreckte platte Schnauze mit zahlreichen kegelförmigen Fangzähnen, einen sehr langen beweglichen Rumpf und wie die Walthiere flossenförmige Extremitäten.

Fam. *Nothosaurii* (*Sauropterygii* Owen). Mit langgestreckten Oberkieferknochen, die bis zur Spitze des sehr langen Schnabels reichen, ohne obere Schläfenbogen, mit einfachen kegelförmigen Zähnen. Gehören der Trias an. *Nothosaurus mirabilis* Münst., *Simosaurus* H. v. M. u. a.

Fam. *Plesiosaurii* (*Sauropterygii* Owen), Schlangendrachen. Mit langem, schlangenartigem Hals, kurzem Kopf und Schwanz, und langgestreckten Ruderflossen. Lebten im Jura und in der Kreide. *Plesiosaurus* Conyb., *Pliosaurus* Owen.

Fam. *Ichthyosaurii* (*Ichthyopterygii* Owen), Fischdrachen. Mit sehr kurzem Hals, dickem, langgestrecktem Rumpf, kurzen Ruderflossen und langem, wahrscheinlich von einer Flosse umsäumtem Schwanze. Die schnabelartig verlängerte zugespitzte Schnauze wird vorzugsweise von den Knochen des Zwischenkiefers gebildet. Die Zähne zeigen eine gestreifte und gefaltete Oberfläche und stehen dichtgedrängt nebeneinander. Gehören vorzugsweise dem Jura, in seltenen Resten noch der Kreide an. *Ichthyosaurus* König., *I. communis* Beche, *Sauranodon* Marsh.

2. Ordnung. **Crocodilia (Loricata), Crocodile.**

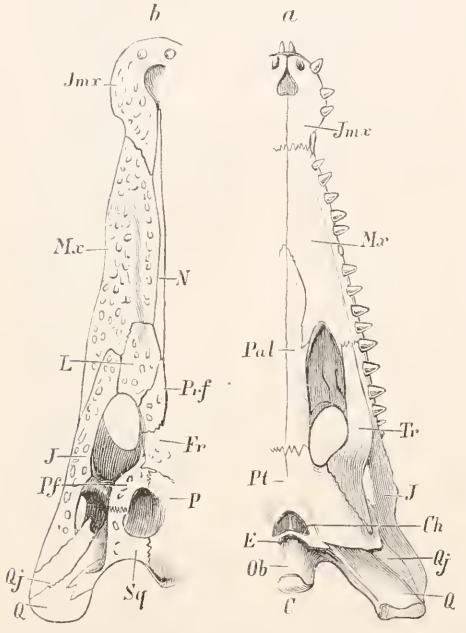
Hydrosaurier mit knöchernen Hautschildern und eingekeilten, auf die Kieferknochen beschränkten Zähnen, mit vier theilweise bekrallten Füssen und langem gekielten Ruderschwanze.

Die Extremitäten sind nicht mehr Ruderflossen, sondern frei gegliederte Beine und Füsse mit gesonderten Zehen. Die Körperbedeckung ist eine körnige Lederhaut, in welcher sich besonders auf der Rückenfläche grosse und zum Theil gekielte Knochentafeln einlagern. Dieselben bilden auf dem Schwanze einen anfangs paarigen, in seinem hinteren Theile einfachen gezackten Kamm.

Der breite flache Schädel (Fig. 796) ist durch die corrodirte Beschaffenheit der Knochenoberfläche ausgezeichnet und besitzt gesonderte *Alisphenoids*, sowie oberhalb des Oberkieferjochbogens eine obere Schläfengrube, die durch eine Knochenbrücke (Fortsatz des *Postfrontale* und *Jugale*) von der Orbita getrennt ist. Die Bedachung des Schädels geschieht durch ein unpaares Scheitelbein und Stirnbein, dem sich paarige *Nasalia* anschliessen. Die mit dem Schädel fest verwachsenen Kiefer verlängern sich zur Bildung einer gestreckten Schnauze, an deren Spitze sich die paarigen Zwischenkieferknochen einkeilen,

während die Oberkiefer von bedeutender Ausdehnung die Seiten der Schnauze bilden. Das *Lacrymale* ist von grosser Ausdehnung. Oberkiefer und Zwischenkiefer, welche die Nasenöffnungen begrenzen, entwickeln horizontale, in der Medianlinie vereinigte Gaumenfortsätze, welche zur Bildung der vorderen Partie des harten Gaumengewölbes zusammentreten. Hinter demselben stellen Gaumen- und Flügelbeine, in medianer Nahtverbindung anliegend, ein vollkommen geschlossenes Dach der Mundhöhle her, an dessen Hinterrande die unteren, vom paarigen *Vomer* umschlossenen Nasengänge münden. Die ausschliesslich auf die Kieferknochen beschränkten kegelförmigen Zähne sitzen tief in Alveolen eingekeilt und zeigen wenig comprimirte streifige Kronen. Meist tritt der vierte Zahn des Unterkiefers durch seine Grösse als Fangzahn hervor und greift beim Schliessen des Rachens in eine Lücke oder in einen Ausschnitt des Oberkiefers ein. Die Wirbelkörper sind bei den Teleosauriern amphicoel, bei den ebenfalls vorweltlichen Steneosauriern opisthocoel, bei den Crocodilen der Gegenwart procoel.

Fig. 796.



Schädel vom Crocodil, nach Gegenbaur. *a* Ventralansicht, *b* Dorsalansicht. *Ob* Occipitale basale, *C* Condylus occipitalis, *P* Parietale, *Fr* Frontale, *Pf* Postfrontale, *Prf* Praefrontale, *N* Nasale, *L* Lacrymale, *Sq* Squamosum, *Q* Quadratum, *Qj* Quadratojugale, *J* Jugale, *Mx* Maxillare, *Jmx* Intermaxillare, *T* Transversum, *Pt* Pterygoideum, *Pal* Palatinum, *Ch* Choanae, *E* Ostium tubae Eustachii.

Die innere Organisation erhebt sich bei den lebenden Crocodilen am höchsten unter allen Reptilien. Die Augen besitzen senkrechte Pupillen und zwei Lider nebst Nickhaut. Die Nasenöffnungen liegen vorne an der Schnauzenspitze und können ebenso wie die weit nach hinten gerückten Ohren durch Hautklappen verschlossen werden. Die Rachenhöhle, an deren Boden eine platte, nicht vorstreckbare Zunge angewachsen ist, entbehrt der Speicheldrüsen und führt durch eine weite Speiseröhre in den rundlichen muskulösen Magen, welcher durch Form und Bildung, insbesondere durch aponeurotische Scheiben seiner muskulösen Wandung, an den Vogelmagen erinnert. Auf den Magen folgt ein dünnwandiges, mit Zotten besetztes Duodenum, welches in den zickzackförmig gefalteten Dünndarm übergeht. Ein Blindsack als Anhang des kurzen und weiten Dickdarms fehlt. Letzterer mündet fast trichterförmig verengt in die Kloake, an deren Vorderwand das schwellbare Paarungsorgan seinen Ursprung nimmt. Der Bau des Herzens (Fig. 781) ist unter allen Reptilien am vollkommensten und führt durch die strenge Sonderung einer rechten venösen und linken arteriellen Abtheilung unmittelbar zu der Herz-

bildung der Warmblüter über. Endlich verdient als Eigenthümlichkeit der Crocodile die freie Communication der Leibeshöhle durch Oeffnungen der sogenannten Peritonealcanäle, welche an die Abdominalporen der Ganoiden und Selachier erinnern, hervorgehoben zu werden.

Man unterscheidet drei Gruppen von Panzerechsen, von denen zwei, die *Teleosaurier* (*Amphicoelia*) und *Steneosaurier* (*Opisthocoelia*) ausschliesslich der Vorwelt angehören. Die erstere mit den Gattungen *Mystriosaurus* Kp. und *Teleosaurus* Geoffr. beschränkt sich auf die Juraformation, die letztere mit *Steneosaurus* Geoffr., *Cetiosaurus* Ow. etc. kommt im Jura und in der Kreide vor. Nur die dritte Gruppe der Crocodile oder Procoelia hat sich von der Kreide an durch die Tertiärzeit bis in die jetzt lebende Fauna erhalten.

Unterordnung. *Procoelia* = *Crocodilia* s. str. Panzerechsen mit procoelen Wirbeln und langem comprimirten Ruderschwanz, dessen Rückenseite einen doppelten, am Ende vereinigten Hautkamm trägt. Die Vorderfüsse mit fünf freien, die Hinterfüsse mit vier mehr oder minder durch Schwimmhäute verbundenen Zehen. Leben in den Mündungen und Lagunen grosser Ströme in den wärmeren Klimaten der alten und neuen Welt und gehen zur Nachtzeit auf Raub aus. Die hartschaligen Eier werden im Sande und in Löchern am Ufer abgesetzt.

Fam. *Crocodilidae*. Die sogenannten Eckzähne (vierter Unterkieferzahn) passen in einen Ausschnitt des Oberkieferrandes. Hinterfüsse mit ganzer Schwimmhaut. *Crocodilus vulgaris* Cuv., Nil. *C. rhombifer* Cuv., Cuba.

Fam. *Alligatoridae*. Schnauze breit, ohne Ausschnitt für die sogenannten Eckzähne des Unterkiefers. Nur halbe oder rudimentäre Schwimmhäute. *Alligator lucius* Cuv., *Caiman* (*Jacare*) *sclerops* Schn.

Fam. *Gavialidae*. *Rhamphostoma gangeticum* Geoffr., Ostindien. *Rhynchosuchus Schlegelii* Gray, Australien.

3. Unterclasse. **Chelonia** [1]**, Schildkröten.**

Reptilien von kurzer gedrungener Körperform, mit einem knöchernen Rücken- und Bauchschilde, mit vier Extremitäten und zahnlosen Kiefern.

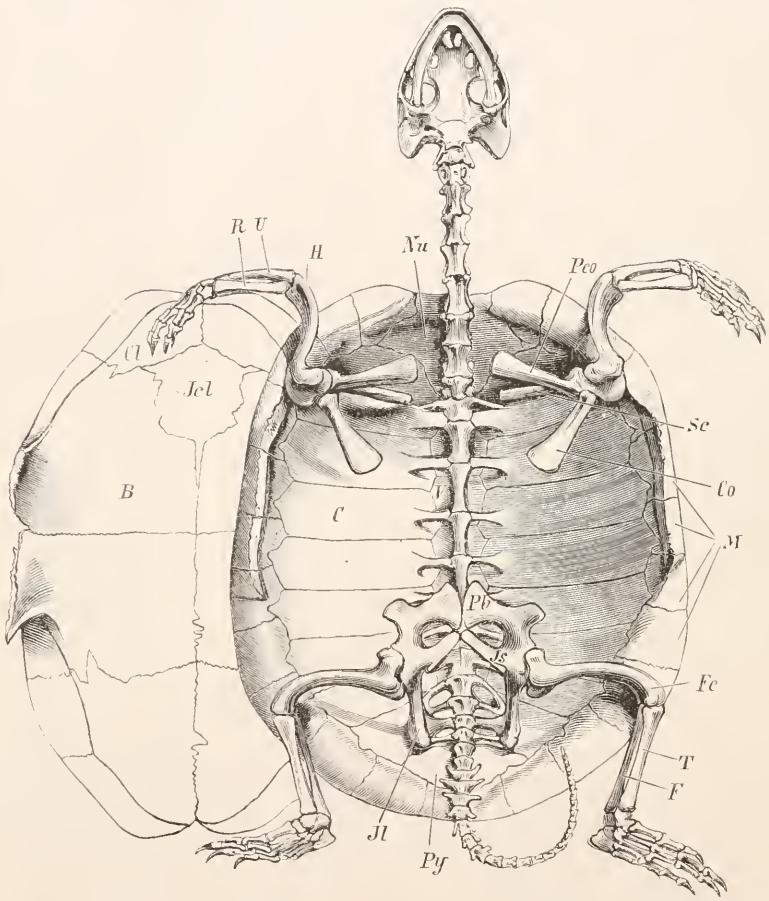
Keine andere Gruppe von Reptilien erscheint so scharf abgegrenzt und durch Eigenthümlichkeiten der Form und Organisation in dem Grade ausgezeichnet, wie die der Schildkröten. Die Umkapselung des Rumpfes mittelst eines oberen mehr oder minder gewölbten, meist knochenharten Rückenschildes und eines unteren, durch seitliche Querbrücken mit jenem verbundenen Bauchschildes hat als Charakter der Schildkröten einen ähnlichen Werth wie die Befiederung und Flügelbildung in der Classe der Vögel.

Der schildförmige Hautpanzer (Fig. 797), unter welchen sich oft Kopf, Extremitäten und Schwanz zurückziehen können, verdankt seine Entstehung

[1]) H. Rathke, Ueber die Entwicklung der Schildkröten. Braunschweig. 1848. Gray, Catalogue of Shield Reptiles in the Collection of the British Museum, Part. I. London, 1855, Suppl. 1870. Append. 1872. Part. II. 1872. L. Agassiz. Embryology of the turtle, Natural History of the United States, Vol. III, Part. III, 1857.

accessorischen Hautknochen, mit welchen Knochen der Wirbelsäule eine innige Verbindung eingehen. Das flache Brustschild enthält neun mehr oder minder entwickelte Knochenstücke, ein vorderes unpaares (*Interclaviculare*) und vier Paare (die vorderen als *Clavicularia* unterschieden) seitlicher Stücke, zwischen denen eine mediane, durch Haut oder Knorpel geschlossene Lücke zurückbleiben

Fig. 797.



Skelet von *Cistudo* (*Emys*) *europaea*. *V* Vertebralplatten, *C* Costalplatten, *M* Marginalplatten, *Nu* Nuchalplatte, *Py* Pygalplatte, *B* Brustschild, *Cl* Claviculare, *Jcl* Interclaviculare, *Sc* Scapula, *Co* Coracoideum, *Pco* Procoracoideum, *Pb* Os pubis, *Is* Os ischii, *Il* Os ilei, *H* Humerus, *R* Radius, *U* Ulna, *Fe* Femur, *T* Tibia, *F* Fibula.

kann (*Trionyx*, *Chelonia* etc.). An der Bildung des umfangreichen Rückenschildes betheiligen sich mit den Dornfortsätzen und Rippen von Brustwirbeln in Verbindung tretende Hautknochen, sowie eine Anzahl paariger und unpaarer Knochenplatten der Haut, welche theils median im Nacken (*Nuchal*platte) und in der Kreuzbeingegend (*Pygal*platte), theils seitlich am Rande (22 *Marginal*platten) zur Ergänzung des Schildes wesentlich beitragen. Während die Knochen-

tafeln der Medianlinie als horizontale Fortsetzungen der Dornfortsätze von acht Rumpfwirbeln (2 bis 9) erscheinen, bilden die seitlichen durch Verschmelzung mit den Rippen der acht mittleren Rumpfwirbel (2 bis 9) breite, durch zackige Nähte ineinandergreifende Querplatten, welche aufsteigende, die Rückenmuskeln frühzeitig überwölbende und verdrängende Fortsätze zu den mit den Dornfortsätzen verbundenen Tafeln entsenden. Auf der äusseren Fläche beider Schilder finden sich gewöhnlich noch grössere Platten aufgelagert, welche der verhornten Epidermis ihren Ursprung verdanken und von einigen grösseren Arten als „*Schildpatt*" verwendet werden. Diese Schilder entsprechen in ihren Umrissen keineswegs den unterliegenden Knochenstücken, ordnen sich jedoch in regelmässiger Weise derart an, dass man am Rückenschilde eine mittlere und zwei seitliche Reihen von Hautschildern und in der Peripherie einen Kreis von Randschildern, am Bauche dagegen Doppelreihen von Schildern unterscheidet.

Im Gegensatze zu dem mittleren Abschnitte der Wirbelsäule, dessen Wirbel mit dem Rückenschilde fest verbunden sind, zeigen sich die vorausgehenden und nachfolgenden Abschnitte derselben in ihren Theilen überaus verschiebbar. Zur Bildung des frei beweglichen Halses, welcher sich unter Krümmungen mehr oder minder vollkommen zwischen die Schale zurückziehen kann, werden acht lange rippenlose Wirbel verwendet. Auf die zehn rippentragenden Wirbel folgen zwei (selten drei oder mehr) unter dem Rückenschilde vorstehende Kreuzbeinwirbel nebst einer beträchtlichen Zahl von sehr beweglichen Schwanzwirbeln.

An dem ziemlich gewölbten Kopf schliessen die Schädelknochen durch Nähte fest aneinander und bilden ein breites Dach, welches sich in einen mächtig entwickelten Hinterhauptskamm fortsetzt und von paarigen Scheitelbeinen, sowie umfangreichen vorderen Stirnbeinen gebildet wird. Von den ersteren erstrecken sich absteigende lamellöse Fortsätze zu den Seiten der knorpelhäutigen Schädelkapsel bis zu dem kurzen *Basisphenoid*. Die Schläfengegend ist am vollständigsten bei den Seeschildkröten durch breite Knochenplatten überdacht, welche durch das *Postfrontale*, *Jugale*, *Quadratojugale* und *Squamosum* gebildet werden. Hinter dem die Seitenwandungen der Schädelhöhle bildenden *Prooticum* erhält sich das *Opisthoticum* selbständig. Sämmtliche Theile des Oberkiefer-Gaumenapparates sind ebenso wie das Quadratbein mit den Schädelknochen fest verbunden und untereinander durch zackige Nähte abgegrenzt. Ein *Os transversum* fehlt. Auffallend kurz bleibt der Gesichtstheil des Schädels, dem Nasalia fehlen. Der knöcherne Gaumen wird von den breiten, mit dem unpaaren *Vomer* verbundenen *Palatina* gebildet, hinter deren Gaumenfortsätzen sich die Choanen öffnen. Auch die Flügelbeine sind sehr breit und lamellös. Zähne fehlen vollkommen, dagegen sind die kurzen Kieferknochen an ihren Rändern nach Art des Vogelschnabels mit scharf schneidenden, gezähnten Hornplatten überkleidet, mit deren Hilfe einzelne Arten heftig beissen und empfindlich verwunden können.

Die vier Extremitäten befähigen die Schildkröten zum Kriechen und Laufen auf festem Boden, indessen sind die bei den im Wasser lebenden Formen Schwimmfüsse oder Flossen. Durch die Entwicklungsgeschichte des Schildes aus Cutisverknöcherungen vollkommen erklärt ist die Lage beider Extremitätengürtel und der entsprechenden Muskeln zwischen Rücken- und Bauchschild. Das Schulterblatt bildet einen aufsteigenden stabförmigen Knochen, dessen oberes Ende sich durch Band- oder Knorpelverbindung dem Querfortsatze des vordersten Brustwirbels anheftet. Ein mächtiges *Procoracoideum* erstreckt sich vom Schulterblatt nach dem unpaaren Stücke des Bauchschildes, dem er sich ebenfalls durch Knorpel- oder Bandverbindung anheftet. Das Becken stimmt mit dem Becken der Saurier nahe überein und entbehrt mit Ausnahme der Landschildkröten einer festen Verbindung mit dem Schilde.

Verdauungs- und Fortpflanzungsorgane schliessen sich theils den Crocodilen, theils den Vögeln an. Mit den ersteren theilen sie insbesondere die Bildung der männlichen Geschlechtswerkzeuge und den Besitz von freilich geschlossenen Peritonealcanälen. Hervorzuheben ist die Ausmündung der Geschlechtsausführungsgänge und Ureteren in den Hals der Harnblase, der somit als Urogenitalsinus fungirt. Die Augen liegen in geschlossenen Augenhöhlen und besitzen Lider und Nickhaut. Am Gehörorgan entwickelt sich stets eine Paukenhöhle mit weiter Tube, langer Columella und äusserlich sichtbarem Trommelfell. Die Zunge ist auf dem Boden der Mundhöhle angewachsen und nicht vorstreckbar, bei den Landschildkröten mit langen Papillen besetzt.

Nach der Tage lang währenden Begattung, bei welcher das Männchen auf dem Rücken des Weibchens getragen wird, erfolgt die Ablage einer geringen, bei den Seeschildkröten grösseren Anzahl von Eiern in Erdgruben in der Nähe des Wassers. Dieselben enthalten unter der Schale eine Eiweissschicht in der Umgebung des Dotters und werden in der Erde, von den wasserbewohnenden Schildkröten in der Nähe des Ufers verscharrt. Nach Agassiz legen die nordamerikanischen Sumpfschildkröten nur einmal im Jahre Eier ab, während sie sich zweimal, im Frühjahr und im Herbst, begatten. Die erste Begattung soll nach diesem Forscher bei *Emys picta* im siebenten Jahre, die erste Eierablage im eilften Lebensjahre erfolgen. Hiermit stimmt das langsame Wachsthum des Körpers und das hohe Alter, welches die Schildkröten erreichen.

Die Schildkröten gehören grossentheils den wärmeren Klimaten an und nähren sich hauptsächlich von Vegetabilien, viele indessen auch von Mollusken, Krebsen und Fischen.

Fossil treten sie zuerst, wenn auch spärlich, im oberen weissen Jura auf, zahlreichere Reste finden sich in der Tertiärzeit.

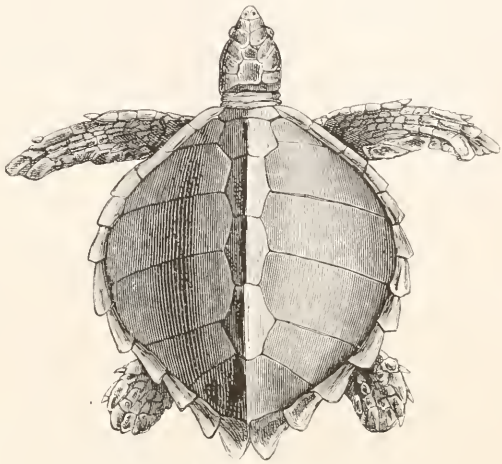
Fam. *Cheloniadae*, Seeschildkröten. Mit flachem Rücken- und oft knorpeligem Brustschild, zwischen welche Kopf und Extremitäten nicht zurückgezogen werden können. Die letzteren sind Flossenfüsse mit unbeweglich verbundenen, von gemeinschaftlicher Haut überzogenen, meist nagellosen Zehen; die Vordergliedmassen sind weit länger als die hinteren. *Chelonia esculenta* Merr., *Ch.* (*Caretta*) *imbricata* L., Atlantischer und Indischer Ocean. *Thalassochelys caretta* L. = *corticata* Rond. (Fig. 798), Atlantischer Ocean und

Mittelmeer. *Sphargis coriacea* Gray, Lederschildkröte, selten im Mittelmeer, häufiger im Atlantischen Ocean und Südsee.

Fam. *Trionycidae*, Lippenschildkröten. Mit flachem, ovalem, unvollkommen verknöchertem Rückenschild und unvollständigem Brustschild. Hals lang, zurückziehbar. Kiefer mit schneidenden Rändern, von fleischigen Lippen umgeben. Kopf und Füsse nicht einziehbar. Nasenlöcher auf längerem Rüssel. *Trionyx ferox* Merr., ein bissiges Thier, in den Flüssen Georgiens und Carolinas, wohlschmeckend.

Fam. *Chelydae*, Lurchschildkröten. Mit gewölbtem verknöchertem Rückenschild, welches mit dem Brustschilde verwachsen ist. Kopf und Füsse nicht einziehbar. Letztere enden mit freien, durch Schwimmhaut verbundenen und bekrallten Zehen. *Chelys fimbriata* Schweig., Matamata, Südamerika.

Fig. 798.



Thalassochelys caretta (règne animal).

Fam. *Emydae*, Süsswasserschildkröten. Rückenschild flach, Brustschild meist klein. Füsse dick, mit frei beweglichen, durch Schwimmhäute verbundenen Zehen. Sie schwimmen vortrefflich, bewegen sich auch geschickt auf dem Lande und halten sich vorzugsweise in langsam fliessenden Flüssen und Teichen auf. *Cistudo* (*Emys* Wagl.) *europaea* Schneid. = *lutaria* Gesn., die gemeine Dosenschildkröte, in Südeuropa und im Osten Deutschlands. *Emys* (*Clemmys* Wagl.) *caspica* Schweig., Caspisches Meer, Dalmatien, Griechenland. *Chelydra serpentina* L., mit sehr scharfen Kiefern, Schweifschildkröte, Nordamerika.

Fam. *Chersites*, Landschildkröten. Mit hohem, gewölbtem, verknöchertem Rückenschild, Kopf und Füsse einziehbar. Die Zehen unbeweglich, bis an die stumpfen Nägel zu dicken Klumpfüssen mit schwieliger Sohle verbunden. Bewohnen feuchte und bewachsene Gegenden der wärmeren und heissen Klimate und leben von Pflanzen, aber auch von Würmern und Schnecken. *Testudo graeca* L., Griechenland, Dalmatien, Orsova. *T. nemoralis* Aldr. = *marginata*, Griechenland und Süditalien, *T. tabulata* Daud., in Amerika.

IV. Classe. Aves[1]), Vögel.

Eierlegende, befiederte Warmblüter mit vollständiger Trennung der Herzkammern, einfachem Condylus des Hinterhauptes und zu Flügeln ausgebildeten Vordergliedmassen.

[1]) Joh. Andr. Naumann, Naturgeschichte der Vögel Deutschlands. 13 Bde. Stuttgart, 1846—1860. C. Naumannia, Archiv für Ornithologie. Herausgegeben von Ed. Baldamus. Köthen, 1849. Journal für Ornithologie, herausgegeben von J. Cabanis, Cassel, 1853—1874. Ibis. Journal of Ornith. 1859—1874. Tiedemann, Anatomie und Naturgeschichte der Vögel. Heidelberg, 1810—1814. C. E. v. Baer, Entwicklungsgeschichte der Thiere. I und II, 1828—1837. Remak, Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbelthiere. Berlin, 1850—1855. Huxley, On the Classification of Birds. 1867. Max Fürbringer, Untersuchungen zur Morphologie und Systematik der Vögel. 1. und 2. Theil. Amsterdam, 1888.

Im Gegensatze zu den wechselwarmen (*poikilothermen*) Vertebraten besitzen die Vögel und Säugethiere eine hohe Eigenwärme ihres Blutes, die sich trotz der wechselnden Temperatur des äusseren Mediums ziemlich constant erhält. Die Eigenwärme setzt zunächst eine grössere Energie des Stoffwechsels voraus. Die Flächen sämmtlicher vegetativen Organe, insbesondere von Lunge, Niere und Darmcanal, besitzen bei den Warmblütern (*homoeothermen* Thieren) einen relativ (bei gleichem Körpervolum) grösseren Umfang als bei den Kaltblütern, die Verrichtungen der Verdauung, Blutbereitung, Circulation und Respiration steigern sich zu einer weit höheren Energie. Bei dem Bedürfnisse einer reichlicheren Nahrung nehmen die Processe des vegetativen Lebens einen ungleich rascheren Verlauf, und wie zu ihrer eigenen Unterhaltung die hohe und gleichmässige Temperatur des Blutes nothwendige Bedingung ist, so erscheinen sie selbst als die Hauptquelle der erzeugten Wärme. Da die Wärmeverluste bei sinkender Temperatur des äusseren Mediums grösser werden, so müssen sich die Verrichtungen der vegetativen Organe in der kälteren Jahreszeit und in nördlichen Klimaten bedeutend steigern.

Neben der stetigen Zufuhr neuer Wärmemengen kommt für die Erhaltung der constanten Temperatur des Warmblüters noch ein zweites Moment in Betracht, der durch besondere Einrichtungen der Körperbedeckung verliehene Wärmeschutz. Während die wechselwarmen Wirbelthiere eine nackte oder bepanzerte Haut besitzen, tragen die Vögel und Säugethiere eine aus Federn und Haaren gebildete, mehr oder minder dichte Hautbekleidung, welche die Ausstrahlung der Wärme in hohem Grade beschränkt. Dagegen entwickeln die grossen Wasserbewohner mit spärlicher Hautbekleidung unter der Cutis mächtige Fettlagen als wärmeschützende und zugleich hydrostatische Einrichtungen.

Ueberall besteht zwischen den Factoren, welche die Wärmeableitung begünstigen, und den Bedingungen des Wärmeschutzes und der Wärmebildung ein Wechselverhältniss complicirter Art, welches trotz mannigfacher Schwankungen in der Grösse seiner einzelnen Glieder die Ausgleichung der verlorenen und gewonnenen Wärme zur Folge hat. Einige Säugethiere vermögen nur für beschränkte Grenzen der schwankenden Temperatur ihre Eigenwärme zu bewahren; dieselben erscheinen gewissermassen als unvollkommen homoeotherm und verfallen bei zu grosser Abkühlung in einen Zustand fast bewegungsloser Ruhe und herabgestimmter Energie aller Lebensverrichtungen, in den sogenannten Winterschlaf. In der Classe der Vögel, deren höhere Eigenwärme keine Unterbrechung oder Beschränkung der Lebensverrichtungen gestattet, finden wir kein Beispiel von Winterschläfern, dagegen haben die geflügelten Warmblüter über zahlreichere Mittel der Wärmeanpassung zu verfügen; insbesondere setzt sie die Schnelligkeit der Flugbewegung in den Stand, vor Beginn der kalten Jahreszeit ihre Wohnplätze zu verlassen und in nahrungsreiche wärmere Gegenden zu ziehen. Die gemeinsamen, über weite Länderstrecken ausgedehnten Wanderungen der Zugvögel treten gewissermassen an die Stelle des ausfallenden Winterschlafes; bei den Säugethieren, deren Organisation

einen Winterschlaf zulässt, sind den Zügen der Vögel vergleichbare Wanderungen ausserordentlich selten.

Die wesentlichste Eigenthümlichkeit der Vögel, auf welche sich eine Reihe von Charakteren sowohl der äusseren Erscheinung als der inneren Organisation zurückführen lässt, ist die Flugfähigkeit. Dieselbe bedingt im Zusammenhang mit diesen Charakteren sowohl den scharfen Abschluss, als auch die verhältnissmässig grosse Einförmigkeit dieser Wirbelthierclasse, welche den

Fig. 799.

Archaeopteryx lithographica (macrura) (Exemplar des mineralogischen Museums in Berlin), nach Dames.

Sauriern entstammt ist, in der gegenwärtigen Lebewelt aber ohne Verbindungsglieder dasteht. Dagegen sind aus dem Solnhofener lithographischen Schiefer Reste (*Archaeopteryx lithographica*) einer Thiergruppe (*Saururae*) bekannt geworden, welche Charaktere der Eidechsen mit denen der Vögel vereinigen. (Fig. 799.) Für diese zu den *Dinosauriern* gestellten und an die Reptiliengattung *Compsognathus* anschliessenden Formen [1]) ist in erster Linie der Besitz

[1]) W. Dames, Ueber Archaeopteryx. Berlin, 1884.

eines körperlangen, aus 20 Wirbeln bestehenden Schwanztheiles der Wirbelsäule, an welchem die Federn fiederständig angeordnet waren und je in einem Paare einem Wirbel angehörten, charakteristisch. Der Kopf war eine Art Vogelkopf und trug im Ober-, Zwischen- und Unterkiefer Zähne. Die hintere Extremität hatte den Bau des Vogellaufes, die Hand jedoch nicht die Umbildung wie bei den Vögeln erfahren, sondern bestand aus drei mit Krallen bewaffneten Fingern. Leider konnte über das Verhalten des Brustbeines nichts sicheres ermittelt werden.

Dazu kommen auch noch wesentliche Besonderheiten [1]) in der Gestaltung des Rumpfes und Beckens, welche die Einbeziehung der Saururen in die Classe der Vögel (*Ornithurae*) unmöglich machen. Die Rippen waren sehr schwach und ohne processus uncinati, so dass der Brustkorb noch der Festigkeit entbehrte, welche die Carinaten mit vollkommenem Flugvermögen auszeichnet. Das Sacrum fasste nur 6 bis 7 Wirbel, zu denen wahrscheinlich noch zwei freie Lendenwirbel hinzukamen. Vielleicht war die vordere Extremität auch noch neben der hinteren zur Bewegung am Boden oder zum Klettern verwendet, und der Flug nur ein Weitertragen des beim Sprunge durch die ausgebreitete Flügelfläche fallschirmartig gestützten Körpers.

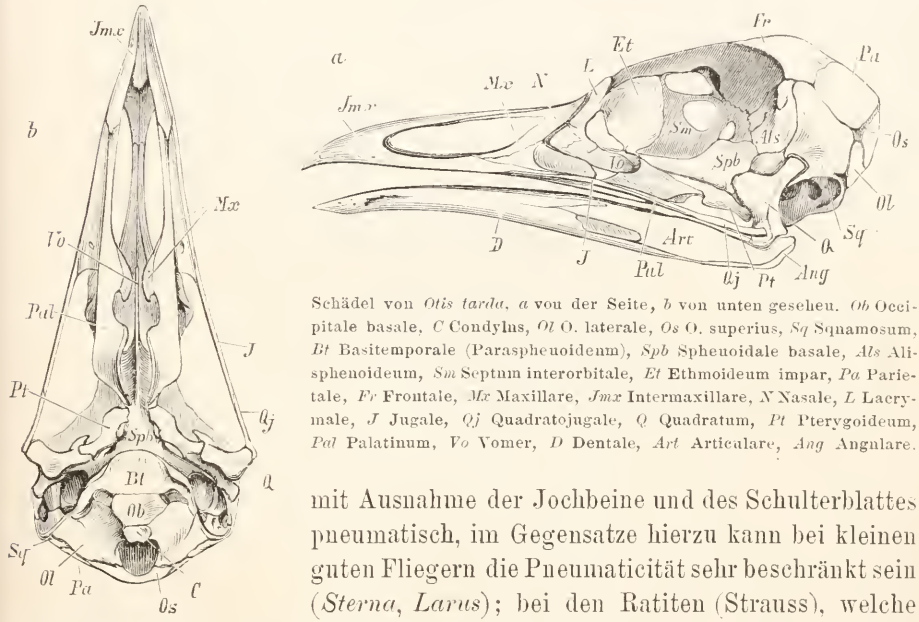
Die gesammte Körpergestalt des Vogels entspricht den beiden Hauptformen der Bewegung, einerseits dem Fluge, andererseits dem Gehen und Hüpfen auf dem Erdboden. Der eiförmige Rumpf stützt sich in schräg horizontaler Lage auf die beiden säulenartig erhobenen hinteren Extremitäten, deren Fussfläche einen verhältnissmässig umfangreichen Raum umspannt. Nach hinten setzt sich der Rumpf in einen kurzen rudimentären Schwanz fort, dessen letzter Wirbel einer Gruppe von steifen Steuer- oder Schwanzfedern zur Stütze dient, nach vorne in einen langen beweglichen Hals, auf welchem ein leichter rundlicher Kopf mit vorstehendem hornigen Schnabel balancirt. Die vorderen Extremitäten, zu Flügeln umgebildet, liegen zusammengefaltet den Seitentheilen des Rumpfes an.

---

[1]) Es kann nur als Missgriff bezeichnet werden, wenn man so weit gegangen ist, *Archaeopteryx* wegen der Form der Federn mit Kiel und fester Fahne zu den Carinaten zu stellen und somit in einen engern Verband mit den wahren Vögeln (*Euornithes*) zu bringen, wie er unter diesen zwischen den *Carinaten* und *Ratiten* besteht. Wohl ist es sicher, dass die *Saururen* eine den Euornithes nahestehende Sauropsidengruppe repräsentiren; indessen ist doch nach den bisher bekannt gewordenen Befunden der beiden leider unvollständig erhaltenen Exemplare von *Archaeopteryx* zu schliessen, der Gegensatz beider Abtheilungen ein recht bedeutender, und es ist mehr als unwahrscheinlich, dass die ersteren ein directes Glied in der Stammesentwicklung der Vögel repräsentiren. Die Besonderheiten in der bereits hohen Specialisirung von Flügel und Schwanz im Zusammenhang mit zahlreichen anderen Eigenthümlichkeiten des Skelets (Rippen ohne Hakenfortsätze) weist darauf hin, dass die *Archaeopterygier* eine Seitenlinie des Vogelstammes repräsentiren, welche, ähnlich wie unter den Hufthieren die ausgestorbenen Typen mit sogenannten inadaptiven Charakteren im Fussbau, den Kampf um die Existenz mit ihren zum Fluge ungleich günstiger gestalteten Verwandten nicht bestehen konnten und deshalb frühzeitig wieder verschwinden mussten.

Wie in der besonderen Gestaltung sämmtlicher Organsysteme Beziehungen zur Erleichterung der fortzubewegenden Körpermasse nachzuweisen sind, so erscheint besonders für den Bau des Knochengerüstes die Herabsetzung des Gewichtes massgebend. Dieselbe wird erreicht durch die *Pneumaticität*. Die Knochen enthalten Lufträume, welche durch Oeffnungen der überaus dichten und festen, aber auf eine verhältnissmässig dünne Lage beschränkten Knochensubstanz mit den Luftsäcken des Körpers communiciren. Die Pneumaticität ist bei denjenigen Vögeln am höchsten ausgebildet, welche mit einem raschen und ausdauernden Flugvermögen eine bedeutende Grösse verbinden (Albatros, Nashornvögel, Pelikan); hier erscheinen sämmtliche Knochen

Fig. 800.



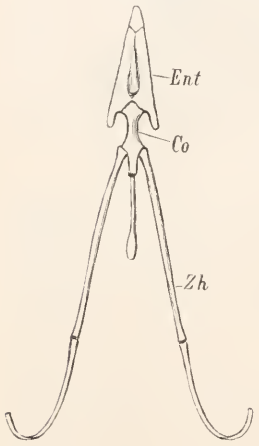
Schädel von *Otis tarda*, *a* von der Seite, *b* von unten gesehen. *Ob* Occipitale basale, *C* Condylus, *Ol* O. laterale, *Os* O. superius, *Sq* Squamosum, *Bt* Basitemporale (Parasphenoideum), *Spb* Sphenoidale basale, *Als* Alisphenoideum, *Sm* Septum interorbitale, *Et* Ethmoideum impar, *Pa* Parietale, *Fr* Frontale, *Mx* Maxillare, *Jmx* Intermaxillare, *N* Nasale, *L* Lacrymale, *J* Jugale, *Qj* Quadratojugale, *Q* Quadratum, *Pt* Pterygoideum, *Pal* Palatinum, *Vo* Vomer, *D* Dentale, *Art* Articulare, *Ang* Angulare.

mit Ausnahme der Jochbeine und des Schulterblattes pneumatisch, im Gegensatze hierzu kann bei kleinen guten Fliegern die Pneumaticität sehr beschränkt sein (*Sterna*, *Larus*); bei den Ratiten (Strauss), welche das Flugvermögen verloren haben, sind die meisten Knochen mit Mark gefüllt.

Am Kopfe (Fig. 800) verwachsen die Schädelknochen, die Strauss-artigen Vögel ausgenommen, sehr frühzeitig zur Bildung einer leichten und festen Schädelkapsel, welche mittelst eines einfachen Condylus auf dem Atlas articulirt. *Squamosum* und Felsenbein (*Prooticum*, *Epioticum*, *Opisthoticum*) verschmelzen zu einem einzigen, mit dem *Occipitale* vereinigten Knochen, an welchem sich das Quadratbein einlenkt. An der Bildung der Schädeldecke betheiligen sich die *Parietalia*, sowie vornehmlich die umfangreichen Stirnbeine, welche fast den gesammten oberen Rand der grossen, bei den Papageien durch einen unteren Ring geschlossenen Augenhöhlen begrenzen. Ein selbstständiges *Lacrymale* tritt am vorderen Rande der Orbita auf. Ethmoidalregion und Schädelkapsel sind durch ein ansehnliches interorbitales Septum weit getrennt. Das letztere, zuweilen noch mit Resten der verschmolzenen *Orbitosphenoids*, bleibt häufig in seiner mittleren Partie häutig und ruht auf einem lang-

gestreckten, dem *Basisphenoideum* entsprechenden Knochenstab. Dazu kommen an der Basis der Temporalregion zwei mit einander verwachsene Knochen, die wahrscheinlich auf ein *Parasphenoideum* zurückzuführenden *Basitemporalia* (Parker). Ueberall treten selbstständige *Alisphenoids* auf. Die Siebbeinregion besteht aus einem in der Verlängerung des Septum interorbitale gelegenen, vertical stehenden *Ethmoideum impar* und seitlichen, die Augen- und Nasenhöhlen trennenden Abschnitten (*Ethm. lateralia*), durch welche der Olfactorius in die Nasenhöhle tritt. Dieselben können muschelförmig aufgetrieben sein und Siebbeinzellen enthalten. Vor ihnen entwickeln sich die beiden Nasenhöhlen mit ihrem knöchernen oder knorpeligen Septum, welches in der Verlängerung des unpaaren Siebbeinabschnittes zwei aufgerollten, zuweilen auch am Vomer befestigten Muscheln Ansatz gewährt. Die Gesichtsknochen vereinigen sich zur Herstellung eines weit vorragenden mit Hornrändern bekleideten Schnabels, der mit dem Schädel mehrfach in beweglicher Verbindung steht. Das Suspensorium des Unterkiefers und der Oberkiefer-Gaumenapparat verschieben sich mittelst besonderer Gelenkeinrichtungen am Schläfenbein und an entsprechenden Fortsätzen des Basisphenoids. Das am Schläfenbein eingelenkte Quadratbein bildet ausser der Gelenkfläche des Unterschnabels bewegliche Verbindungen sowohl mit dem langen stabförmigen Jochbein (*Quadratojugale*), als mit dem meist griffelförmigen, schräg nach innen verlaufenden Flügelbeine, während die Basis des Oberschnabels unterhalb des Stirnbeines eine dünne elastische Stelle zeigt, oder von dem Stirnbein durch eine quere bewegliche Naht abgesetzt ist. Bewegt sich beim Oeffnen des Schnabels der Unterschnabel abwärts, so wird der auf das Quadratbein ausgeübte Druck zunächst auf die stabförmigen Jochbeine und Flügelbeine übertragen, von diesen aber pflanzt er sich theils direct, theils vermittelst der Gaumenbeine auf den Oberschnabel fort, so dass sich der letztere mehr oder minder emporrichten muss. Beim Oeffnen des Schnabels hebt sich also auch der Oberschnabel an der Spitze empor. Den grössten Theil des Oberschnabels bildet der unpaare Zwischenkiefer, mit dessen seitlichen Schenkeln die Oberkieferknochen verwachsen, während ein mittlerer oberer Fortsatz zwischen den Nasenöffnungen aufsteigt und sich an der inneren Seite der Nasenbeine mit dem Stirnbein verbindet.

Fig. 801.

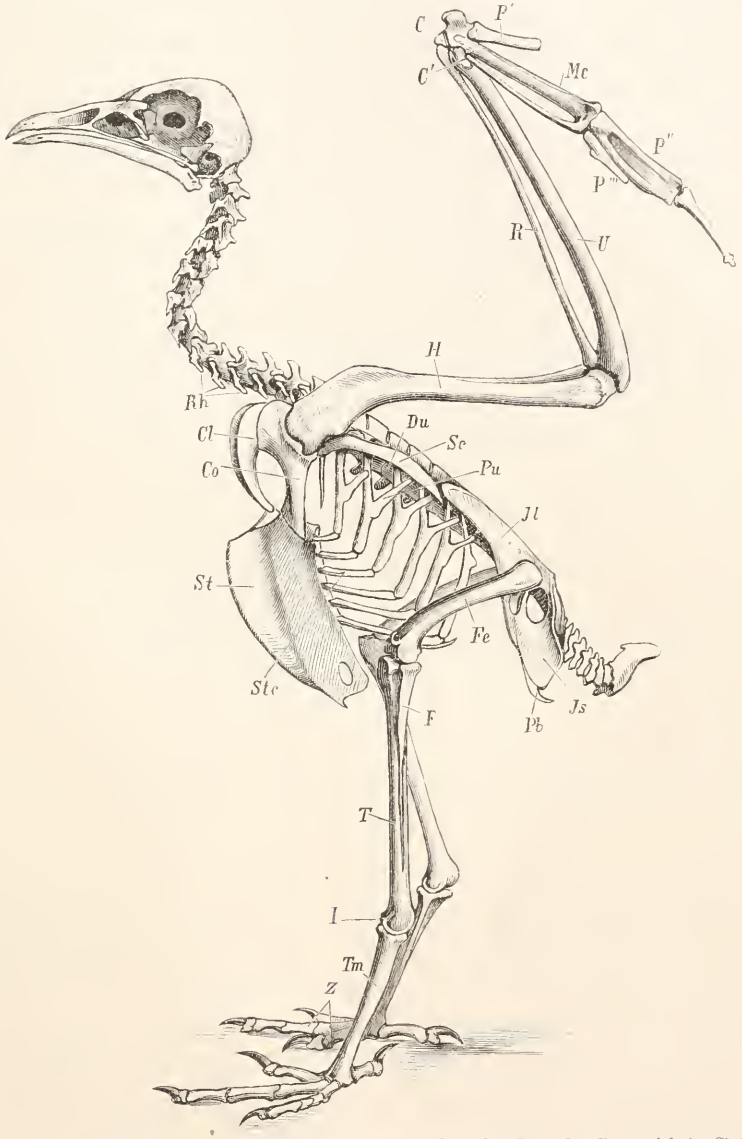


Zungenbein von *Corvus cornix*. *Co* Zungenbeinkörper, *Zh* Zungenbeinhorn, *Ent* Os entoglossum.

Das Zungenbein (Fig. 801) läuft in einen hinteren Stab aus, seine Hörner sind meist zweigliedrig und entbehren der Verbindung mit dem Schädel, erstrecken sich aber zuweilen bogenförmig gekrümmt über den Schädel bis zur Stirn (Specht). Dann wird durch dieselben in Verbindung mit der Muskulatur ihrer Scheide ein Mechanismus (Federdruck) zum Vorschnellen der Zunge hergestellt.

An der Wirbelsäule (Fig. 802) unterscheidet man einen sehr langen beweglichen Hals, eine feste Rücken- und Beckenregion und einen rudimentären,

Fig. 802.



Skelet von *Neophron percnopterus*. *Rh* Halsrippen, *Du* untere Dornfortsätze der Brustwirbel, *Cl* Clavicula, *Co* Coracoideum, *Sc* Scapula, *St* Sternum, *Stc* Sternocostalia, *Pu* Processus uncinati der Brustrippen, *Jl* Os ilei, *Js* Os ischii, *Pb* Os pubis, *H* Humerus, *R* Radius, *U* Ulna, *C C'* Carpus, *Mc* Metacarpus, *P' P'' P'''* Phalangen der drei Finger, *Fe* Femur, *T* Tibia, *F* Fibula, *Tm* Tarso-Metatarsus, *I* Intertarsalgelenk, *Z* Zehen.

nur wenig beweglichen Schwanz. Die Sonderung von Brust und Lendengegend, wie sie für die Säugethiere gilt, wird bei den Vögeln vermisst, da sämmtliche Rückenwirbel Rippen tragen und die der Lendengegend entsprechende Region

mit zur Bildung des Kreuzbeines verwendet worden ist. Auch erscheint die Hals- und Rückengegend nicht scharf abgegrenzt, indem die Halswirbel wie bei den Crocodilen Rippen besitzen, welche mit den Querfortsätzen unter Bildung eines Foramen transversarium verschmelzen. Der lange und überaus frei bewegliche Hals enthält 9 bis 23 Wirbel (Schwan). Die kürzeren Rückenwirbel bleiben stets auf eine geringere Zahl beschränkt, haben obere und untere Dornfortsätze und tragen sämmtlich Rippen, an deren unterem Ende sich unter einem nach hinten vorspringenden Winkel in gelenkiger Verbindung *Sternocostal*knochen anheften, welche andererseits an dem Brustbeinrande articuliren und bei ihrer Streckung das Brustbein von der Wirbelsäule entfernen. Da sich aber die Rippen durch hintere Fortsätze (*processus uncinati*) aneinander fest anlegen, so muss die Bewegung der Sternocostalknochen den Thorax in toto betreffen und erweitern (Inspiration). Das Brustbein ist ein breiter und flacher Knochen, welcher nicht nur die Brust, sondern auch einen grossen Theil des Bauches bedeckt und sich in einen kielförmigen Kamm zum Ansatz der Flugmuskeln fortsetzt (*Carinatae*). Nur da, wo die Flugbewegung zurücktritt oder ganz verschwindet, verkümmert dieser Kamm des Brustbeins bis zum gänzlichen Schwunde (*Ratitae*). Auf die rippentragenden Rückenwirbel folgt ein ziemlich umfangreicher Abschnitt der Wirbelsäule, welcher der Lenden- und Kreuzbeingegend entspricht, indessen auch für jene durch die Verschmelzung zahlreicher Wirbel sowohl unter einander, als mit den langen Hüftbeinen des Beckens die Charaktere des Kreuzbeines zeigt. In dem sehr langgestreckten, an 16 bis 20 und mehr Wirbel in sich fassenden Sacrum lässt sich ein Lumbartheil (Praesacralwirbel) nachweisen, in welchen fast immer noch ein bis zwei Rippen tragende Rückenwirbel einbezogen sind. Dann folgt das eigentliche, aus zwei den Sacralwirbeln der Eidechsen und Crocodile gleichwerthigen Wirbeln gebildete Sacrum, welches in der Nähe der Pfanne des Hüftgelenkes durch Seitenfortsätze (mit eingeschmolzenen Rippen) die Hauptstütze des Beckens bildet (*Acetabularwirbel*), und endlich ein aus der vorderen Gruppe der Caudalwirbel hervorgegangener postsacraler Abschnitt, in welchem 3 bis 7 Wirbel enthalten sind. Der nun folgende kurze Schwanztheil besteht in der Regel aus etwa 7 beweglichen Wirbeln, von denen der letzte eine senkrechte, seitlich zusammengedrückte Platte darstellt, an welcher sich die Muskeln zur Bewegung der Steuerfedern des Schwanzes anheften. Dieser hohe pflugschaarförmige Endkörper ist aus 4 bis 6 Wirbeln entstanden, so dass die Reduction der Schwanzwirbelzahl der Saururae (*Archaeopteryx*) gegenüber keineswegs so beträchtlich ist.

Die Eigenthümlichkeiten der vorderen Extremität stehen mit der Umbildung dieser zum Flügel im Zusammenhang. Die Verbindung derselben mit dem Thorax ist eine überaus feste, da Flugorgane, deren Bewegung einen grossen Aufwand von Muskelkraft voraussetzt, die erforderlichen Stützpunkte am Rumpfe bedürfen. Während die *Scapula* als langer sichelförmiger Knochen der Rückenseite des Brustkorbes aufliegt, erscheinen die Schlüsselbeine und Rabenbeine als säulenartige Stützen des Schultergelenkes am Sternum befestigt.

Die beiden Schlüsselbeine sind zum Gabelknochen verwachsen (*Furcula*). Die Extremität besteht aus einem kurzen *Humerus*, einem längeren, aus *Radius* und *Ulna* gebildeten Vorderarm und der reducirten Hand. Diese enthält nur zwei Carpalknochen, ein verlängertes Mittelhandstück und drei Finger, den die sogenannte Alula (Afterflügel) tragenden Daumen, einen zweiten grossen mittleren und einen kleinen dritten Finger. Oberarm, Unterarm und Hand legen sich im Zustande der Ruhe so aneinander, dass der Oberarm nach hinten, der längere Unterarm ziemlich parallel nach vorne gerichtet ist und die Hand wieder nach hinten umbiegt.

Der Gürtel der hinteren Extremität erscheint als langgestrecktes, mit einer grossen Zahl von Lenden- und Kreuzbeinwirbeln verbundenes Becken, welches mit Ausnahme des zweizehigen Strausses ohne Symphyse der Schambeine bleibt. Der kurze kräftige Oberschenkel ist schräg horizontal nach vorne gerichtet und zwischen Fleisch und Federn am Bauch verborgen, so dass das Kniegelenk äusserlich nicht sichtbar wird. Der bei Weitem längere und umfangreichere Unterschenkel entspricht vorzugsweise dem Schienbeine (*Tibia*), da das Wadenbein (*Fibula*) als griffelförmiger Knochen an der äusseren Seite des ersteren ganz rudimentär bleibt. Ueberall folgt auf den Unterschenkel noch ein langer nach vorne gerichteter Röhrenknochen, der Lauf oder *Tarso-Metatarsus*, welcher aus den verschmolzenen Fusswurzelknochen der distalen Reihe und den Mittelfussknochen entstanden ist und bei einer überaus variabeln Grösse die Länge des Beines bestimmt. An seinem unteren Ende spaltet er sich in drei mit Gelenkrollen versehene Fortsätze für den Ansatz von eben so viel Zehen, zeigt aber überall da, wo eine vierte Zehe vorhanden ist, am Innenrande noch ein kleines Knochenstück, an welches sich diese vierte innere Zehe anschliesst. Die drei oder vier (nur in einem Falle auf zwei reducirten) Zehen bestehen aus mehreren Phalangen, deren Zahl von innen nach aussen in der Art zunimmt, dass die erste Zehe zwei, die vierte äussere Zehe fünf Glieder besitzt.

Im Zusammenhange mit dem Flugvermögen ist die Brustmuskulatur (vornehmlich der *pectoralis major*) mächtig entwickelt. Auch verdient eine eigenthümliche Muskeleinrichtung an der hinteren Extremität erwähnt zu werden, welcher zufolge der Vogel im Sitzen mechanisch die Zehen gebeugt erhält.

Der wichtigste Charakter in der äusseren Erscheinung des Vogels ist die *Federbekleidung*. Nur an wenigen Stellen bleibt die Haut nackt, so am Schnabel und an den Zehen, sodann meist am Laufe, zuweilen auch am Halse (Geier) und selbst am Bauche (Strauss), sowie an fleischigen Hautauswüchsen des Kopfes und Halses (Hühnervögel und Geier). Während die nackte Haut am Schnabelgrunde als sogenannte Wachshaut (*Ceroma*) weich bleibt, verhornt sie gewöhnlich an den Schnabelrändern, die nur ausnahmsweise weich sind (Enten, Schnepfen) und dann überaus nervenreich als feines Tastorgan dienen. In gleicher Weise verhornt die Haut an den Zehen und am Laufe zur Bildung einer festen, zuweilen körnigen, häufiger in Schuppen, Schilder und Schienen

gegliederten Horndecke, die systematisch wichtige Kennzeichen abgeben kann. Bildet dieselbe eine lange zusammenhängende Hornscheide an der Vorderfläche und an den Seiten des Laufes, so heisst der Lauf *„gestiefelt“* (Drosseln und Singvögel). Als besondere Horngebilde sind die Nägel an den Zehen, ferner die sogenannten Sporen am hinteren und inneren Rande des Laufes bei männlichen Hühnervögeln, sowie zuweilen (*Parra*, Wehrvogel etc.) am Daumengliede des Flügels hervorzuheben.

Die Federn der Vögel entsprechen den Haaren der Säugethiere und entstehen gleich diesen in sackförmigen, von der Epidermis ausgekleideten Einstülpungen der Cutis. Im Grunde der Einstülpung (Balg) findet sich eine gefässreiche Hautpapille, deren Zellenbelag unter lebhafter Wucherung die Anlage von Haar oder Feder bildet, welcher die epidermoidale Auskleidung des Sackes von aussen als Scheide anliegt. An der Feder unterscheidet man den Achsentheil oder Stamm mit Spule (*calamus*) und Schaft (*rhachis*) von der Fahne. Die drehrunde hohle Spule steckt in der Haut und umschliesst die vertrocknete Papille (Seele); der Schaft ist der vorstehende markhaltige Theil des Stammes, dessen Seiten zahlreiche schräg aufwärts steigende Aeste tragen, die mit ihren ansitzenden Theilen die Fahne (*vexillum*) zusammensetzen. Ueber die untere, etwas concave Seite des Schaftes zieht sich von dem Ende der Spule bis zur Spitze eine tiefe Längsrinne hin, in deren Grunde eine zweite Feder, der *Afterschaft*, entspringt, welcher ebenso wie der Hauptschaft zweizeilig angeordnete Aeste entsendet, aber nur selten (Casuar) die Länge des Hauptschaftes erreicht, häufiger dagegen (Schwung- und Steuerfedern) vollständig ausfällt. Die Aeste (*rami*) entsenden zweizeilig angeordnete Nebenstrahlen (*radii*), von denen wiederum (wenigstens an den vorderen Reihen) Wimpern und Häkchen ausgehen können, welche durch ihr gegenseitiges Ineinandergreifen den festen Zusammenhang der Fahne herstellen. Nach der Beschaffenheit des Stammes und der Aeste unterscheidet man *Conturfedern* (*pennae*) mit steifem Schaft und fester Fahne, *Dunen* (*plumae*), mit schlaffem Schaft und schlaffer Fahne, deren Aeste rundliche oder knotige, der Häkchen entbehrende Strahlen tragen, endlich *Fadenfedern* (*filoplumae*) mit dünnem borstenartigen Schaft, an dem die Fahne verkümmert oder fehlt. Die ersteren bestimmen die äusseren Umrisse des Gefieders und erlangen als Schwungfedern in den Flügeln und als Steuerfedern im Schwanze den bedeutendsten Umfang. Die Dunen bilden in der Tiefe des Gefieders, von den Conturfedern bedeckt, die wärmeschützende Decke. Die Fadenfedern dagegen finden sich mehr zwischen den Conturfedern vertheilt und erlangen am Mundwinkel das Ansehen steifer Borsten (*vibrissae*). Uebrigens gibt es zwischen diesen Hauptformen von Federn zahlreiche Uebergangsformen. Im Herbste findet ein vollständiger Federwechsel statt (*Herbstmauser*), wogegen die *Frühlingsmauser*, durch welche der Vogel sein *Hochzeitskleid* erhält, nur selten mit einer vollständigen Neubildung des Gefieders verbunden ist, in der Regel nur auf einer Verfärbung (wahrscheinlich chemischen Veränderung des vorhandenen Pigmentes) des Gefieders und wohl auch auf

einer mechanischen Abstossung gewisser Federtheile beruht. Talgdrüsen und Schweissdrüsen fehlen den Vögeln, dagegen findet sich oft oberhalb der letzten Schwanzwirbel eine zweilappige Drüse mit einfacher Ausführungsöffnung, die sogenannte *Bürzeldrüse*, deren schmieriges Secret zum Einölen der Federn dient.

Nur selten breitet sich die Federbekleidung ununterbrochen über die gesammte Körperhaut aus (*Aptenodytes*), meist sind die Conturfedern in Reihen, sogenannten Federfluren (*Pterylae*) angeordnet, zwischen denen nackte (oder wenigstens nur mit Dunen besetzte) Felder, sogenannte Raine (*Apteria*) bleiben. (Fig. 803.) Die Form und Vertheilung dieser Felder bietet systematisch verwendbare Modificationen.

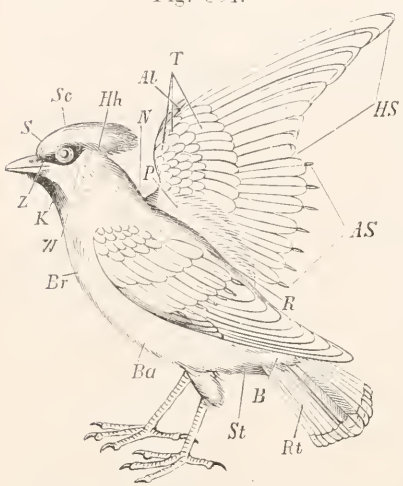
Fig. 803.

Pterylen und Apterien von *Gallus bankiva*, nach Nitzsch. *a* Die Bauchseite, *b* die Rückenseite.

Die Gruppirung der Federn an den Vordergliedmassen und am Schwanze bedingt die Verwendbarkeit jener als Flügel und des Schwanzes als Steuer. Der Flügel stellt gewissermassen einen in doppelten Gelenken, dem Ellbogen- und Handgelenk, faltbaren Fächer dar, dessen Fläche durch die grossen Schwungfedern an der Unterseite von Hand und Unterarm, zum Theil aber auch durch besondere Hautsäume zwischen Rumpf und Oberarm und zwischen Oberarm und Unterarm gewonnen wird. Der untere Hautsaum erscheint für die Verbindung des Flügels am Rumpfe wichtig, die obere Flughaut dagegen erhält durch ein elastisches Band, welches sich an ihrem äusseren Rande zwischen Schulter und Handgelenk ausspannt, eine Beziehung zu dem Mechanismus der Flügelentfaltung, indem das Band bei der Streckung des Vorderarmes einen Zug auf die Daumenseite des Handgelenkes ausübt und die gleichzeitige Streckung der Hand veranlasst. Die grossen Schwungfedern (*Remiges*) heften sich längs des unteren Randes von Hand und Vorderarm an, und zwar in der Regel zehn Handschwingen oder Schwungfedern erster Ordnung von der Flügelspitze bis zum Handgelenk der Flügelbeuge, und eine beträchtlichere variable Zahl kleinerer Armschwingen oder Schwungfedern zweiter Ordnung

am Vorderarm bis zum Ellbogengelenk. (Fig. 804.) Eine Anzahl von Deckfedern am oberen Ende des Oberarmes bezeichnet man als Schulterfittich (*Parapterum*) und einige dem Daumengliede angeheftete (zuweilen durch einen Sporn ersetzte) Federn der Flügelbeuge als Afterflügel (*Alula*). Sämmtliche Schwingen werden am Grunde von kürzeren Federn überdeckt, welche in dachziegelartig übereinanderliegenden Reihen als Deckfedern (*Tectrices*) den Schluss der Flugfläche herstellen. In einzelnen Fällen kann der Flügel so sehr verkümmern, dass das Flugvermögen überhaupt verloren geht, ein Verhältniss, das wir sowohl bei einzelnen Lauf- und Landvögeln (Riesenvögel, Kiwi und Strauss), als bei gewissen Wasservögeln (Pinguine) antreffen.

Fig. 804.



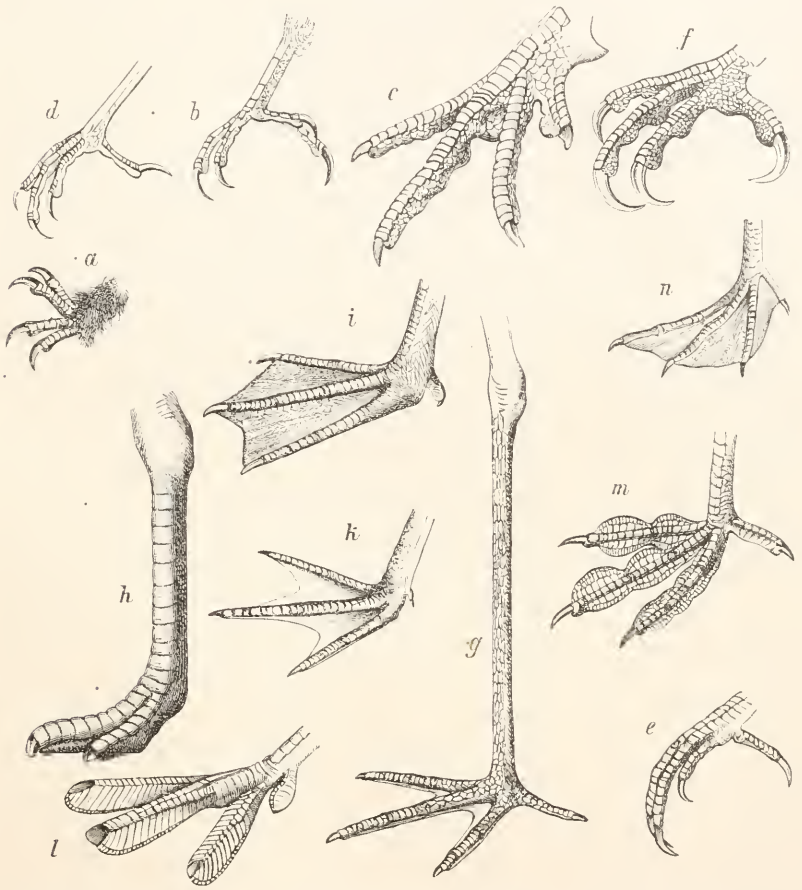
Das Gefieder und die Regionenbezeichnung desselben von *Bombycilla garrula*, nach Reichenbach, etwas modificirt. *S* Stirn, *Sc* Scheitel, *Hh* Hinterhaupt, *Z* Zügel, *W* Wange, *N* Nacken, *R* Rücken, *K* Kehle, *Br* Brust, *Ba* Bauch, *St* Steiss, *B* Schwanzdecke (Bürzel), *Rt* Schwanz mit den Steuerfedern (Rectrices), *Hs* Schwingen erster Ordnung (Handschwingen), *As* Schwingen zweiter Ordnung (Armschwingen), *T* Deckfedern (Tectrices), *P* Schulterfittig (Parapterum), *Al* Eck- oder Afterflügel (Alula).

Die grossen Conturfedern des Schwanzes heissen Steuerfedern (*Rectrices*), weil sie während des Fluges zur Veränderung der Richtung und zur Steuerung der Bewegung benützt werden. Gewöhnlich finden sich 12 (zuweilen 10 oder 20 und mehr) Steuerfedern in der Art am letzten Schwanzwirbel befestigt, dass sie sowohl einzeln bewegt und fächerartig nach den Seiten entfaltet, als in toto emporgehoben und gesenkt werden können. Die Wurzeln der Steuerfedern sind von zahlreichen Deckfedern umgeben, die in einzelnen Fällen eine aussergewöhnliche Form und Grösse erlangen und als Schmuckfedern eine Zierde des Vogels bilden (Pfau). Fällt das Flugvermögen hinweg, so gibt auch der Schwanz seine Bedeutung als Steuer auf, die Steuerfedern verkümmern oder fallen vollständig aus. Immerhin aber können in solchen Fällen einzelne Deckfedern als Zier- und Schmuckfedern eine ansehnliche Grösse erlangen.

Die Hintergliedmassen, welche vornehmlich die Bewegung des Vogels auf festem Boden vermitteln, zeigen nach der besonderen Bewegungsart des Vogels zahlreiche Verschiedenheiten. Zunächst unterscheidet man *Gangbeine* (*P. gradarii*) und *Wadbeine* (*P. vadantes*). (Fig. 805.) Die ersteren sind weit vollständiger befiedert und wenigstens bis zum Fersengelenk mit Federn bedeckt, variiren aber mannigfach. An denselben unterscheidet man *Klammerfüsse* (*P. adhamantes*) mit vier nach vorne gerichteten Zehen, *Cypselus*; *Kletterfüsse* (*P. scansorii*), zwei Zehen sind nach vorne und zwei nach hinten gerichtet, *Picus*; *Spaltfüsse* (*P. fissi*), drei Zehen nach vorne, eine nach hinten gerichtet, die Vorderzehen bis zum Grunde frei, *Turdus*; *Wandelfüsse* (*P. ambulatorii*),

drei Zehen nach vorne, die Innenzehe nach hinten gerichtet, Mittel- und Aussenzehe am Grunde verwachsen, *Phasianus*; *Schreitfüsse* (*P. gressorii*), die Innenzehe steht nach hinten, von den drei nach vorne gerichteten Zehen sind Mittel- und Aussenzehe bis über die Mitte verwachsen, *Alcedo*; *Sitzfüsse* (*P. insidentes*), die Innenzehe steht nach hinten, die drei nach vorne gerichteten Zehen sind

Fig. 805.

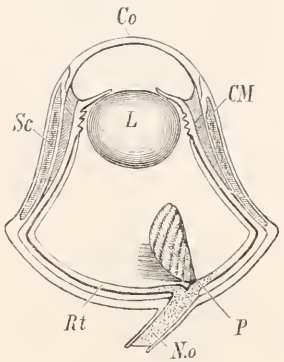


Die wichtigsten Fussformen der Vögel. *b*, *c*, *d*, *f*, *n* aus règne animal. *a* Pes adhamans von *Cypselus apus*, *b* P. scansorius von *Picus capensis*, *c* P. ambulatorius von *Phasianus colchicus*, *d* P. fissus von *Turdus torquatus*, *e* P. gressorius von *Alcedo ispida*, *f* P. isidens von *Falco biarmicus*, *g* P. colligatus von *Myeteria senegalensis*, *h* P. cursorius von *Struthio camelus*, *i* P. palmatus von *Mergus merganser*, *k* P. semipalmatus von *Recurvirostra avocetta*, *l* P. fissipalmatus von *Podiceps cristatus*, *m* P. lobatus von *Fulica atra*, *n* P. stéganus von *Phaëton aethereus*.

durch eine kurze Bindehaut verbunden, *Falco*. Zuweilen kann die äussere oder innere Zehe nach vorne und hinten gewendet werden; im ersteren Falle sind es Kletterfüsse mit äusserer (*Cuculus*), im letzteren (*Colius*) Klammerfüsse mit innerer Wendezehe. Gegenüber den Gangbeinen charakterisiren sich die Wadbeine durch die theilweise oder völlig nackten, unbefiederten Schienbeine; sie finden sich vornehmlich bei den Wasservögeln, unter denen die Stelzvögel

Wadbeine mit sehr verlängertem Lauf, sogenannte *Stelzfüsse* (*P. grallarii*), besitzen. An diesen letzteren unterscheidet man *geheftete Füsse* (*P. colligati*), wenn die Vorderzehen an ihrer Wurzel durch eine kurze Haut verbunden sind, *Ciconia*; *halbgeheftete Füsse* (*P. semicolligati*), wenn sich diese Hautverbindung auf Mittel- und Aussenzehe beschränkt. *Limosa*. Als *Laufbeine* (*P. cursorii*) bezeichnet man kräftige Stelzbeine ohne Hinterzehe mit drei (*Rhea*) oder zwei (*Struthio*) starken Vorderzehen. Die kurzen Wadbeine der Schwimmvögel, aber auch die längeren Beine der Stelzvögel stellen sich mit Rücksicht auf die Fussbildung dar als: *Schwimmfüsse* (*P. palmati*), wenn die drei nach vorne gerichteten Zehen bis an die Spitze durch eine ungetheilte Schwimmhaut verbunden sind, *Anas*; *halbe Schwimmfüsse* (*P. semipalmati*), wenn die Schwimmhaut nur bis zur Mitte der Zehen reicht, *Recurvirostra*; *gespaltene Schwimmfüsse* (*P. fissipalmati*), wenn ein ganzrandiger Hautsaum an den Zehen hinläuft, *Podiceps*; *Lappenfüsse* (*P. lobati*), wenn dieser die Gestalt breiter, an den einzelnen Zehengliedern eingekerbter Lappen erhält, *Fulica*. Wird die Hinterzehe mit in die Schwimmhaut aufgenommen, so bezeichnet man die Füsse als *Ruderfüsse* (*P. stegani*), *Haliaeus*. Uebrigens kann die Hinterzehe bei den Schwimm- und Stelzvögeln verkümmern oder vollständig ausfallen.

Fig. 806.



Auge eines Nachtraubvogels, nach Wiedersheim. *Co* Cornea, *L* Linse, *Rt* Retina, *P* Pecten, *No* Nervus opticus, *Sc* Verknöcherungen der Sclerotica, *CM* Ciliarmuskel.

Das Gehirn der Vögel (pag. 77, Fig. 98) steht seiner Ausbildung nach weit über dem Reptiliengehirn und füllt bereits die geräumige Schädelhöhle vollständig aus. Die Hemisphären entbehren zwar noch oberflächlicher Windungen, besitzen aber bereits einen rudimentären Balken (Meckel). Sie bedecken nicht nur das Zwischenhirn, sondern auch die beiden grossen, zur Seite gedrängten *Corpora bigemina*. Noch weiter schreitet die Differenzirung des kleinen Gehirnes vor, welches aus einem grossen, dem sogenannten Wurme der Säugethiere entsprechenden Mittelstücke und kleinen seitlichen Anhängen besteht. In Folge der Nackenbeuge des Embryo setzt sich das verlängerte Mark winkelig vom Rückenmarke ab, dessen Stränge an der hinteren Anschwellung in der Lendengegend zur Bildung eines zweiten Sinus rhomboidalis auseinanderweichen. Die Hirnnerven sind sämmtlich gesondert und verbreiten sich im Wesentlichen wie bei den Säugethieren. Das Rückenmark reicht fast bis an das Ende des Rückgratcanals.

Unter den Sinnesorganen erreichen die Augen stets eine bedeutende Grösse und hohe Ausbildung. Ueberaus beweglich sind die Augenlider, namentlich das untere Lid und die durchsichtige Nickhaut, welche vermittelst eines eigenthümlichen Muskelapparates vor das Auge vorgezogen wird. Der Augenbulbus (Fig. 806) der Vögel enthält dadurch eine ungewöhnliche Form, dass der

hintere Abschnitt mit der Ausbreitung der Netzhaut dem Segmente einer weit grösseren Kugel entspricht als der kleine vordere. Beide sind durch ein Mittelstück, welches die Gestalt eines kurzen und abgestumpften, nach vorne verschmälerten Kegels besitzt, mit einander verbunden. Am bestimmtesten prägt sich diese Gestalt des Bulbus bei den Nachtraubvögeln, am wenigsten bei den Wasservögeln mit verkürzter Augenachse aus. Ueberall findet sich hinter dem Rande der Hornhaut ein knöcherner Scleroticalring. Die Hornhaut ist mit Ausnahme der Schwimmvögel stark gewölbt, während die vordere Fläche der Linse nur bei den nächtlichen Vögeln eine bedeutende Convexität besitzt. Eine eigenthümliche (nur bei *Apteryx* fehlende) Bildung des Vogelauges ist der sogenannte *Fächer* oder *Kamm*, ein die Netzhaut durchsetzender, schräg durch den Glaskörper zur Linse verlaufender Fortsatz der Chorioidea, welcher dem sichelförmigen Fortsatze des Fisch- und Reptilienauges entspricht. Neben der Schärfe des Sehvermögens, welcher die bedeutende Grösse und complicirte Structur der Netzhaut parallel geht, zeichnet sich das Vogelauge durch den hohen Grad der Accommodationsfähigkeit aus, die vornehmlich auf die Muskeln des sogenannten *Ligamentum ciliare* (Kramptonscher Muskel), aber auch auf die grosse Beweglichkeit der muskulösen Iris (Erweiterung und Verengerung der Pupille) zurückzuführen ist.

Das Gehörorgan (Fig. 104, II), von spongiöser Knochenmasse umschlossen, besitzt drei grosse halbzirkelförmige Canäle und einen ampullenförmig erweiterten Schneckenschlauch (*Lagena*). Der Vorhof, den man wegen seiner geringen Grösse auch als den unteren erweiterten Theil der Schnecke ansehen kann, zeigt doppelte Oeffnungen, das von dem Endstück (*Operculum*) der Columella verschlossene und nach der Paukenhöhle gerichtete *Foramen ovale* und eine zweite, mehr rundliche Oeffnung, das *Foramen rotundum*, mit häutigem Verschluss. Zu dem Labyrinth kommt stets noch eine Paukenhöhle hinzu, welche mit den lufthaltigen Räumen der benachbarten Schädelknochen communicirt und durch die Eustachische Röhre dicht hinter den Choanen in den Rachen mündet. Nach aussen wird die Paukenhöhle durch ein Trommelfell abgeschlossen, in welchem sich das lange stabförmige Gehörknöchelchen, die dem Steigbügel der Säugethiere entsprechende *Columella* anheftet. Auf der äusseren Seite des Trommelfelles folgt dann ein kurzer äusserer Gehörgang, dessen Oeffnung häufig von einem Kranze grösserer Federn umstellt ist und bei den Eulen sogar von einer häutigen, ebenfalls mit Federn besetzten Klappe, einer rudimentären äusseren Ohrmuschel, überragt wird.

Das Geruchsorgan besitzt in den geräumigen, häufig durch eine unvollkommene Scheidewand (*Nares perviae*) getrennten Nasenhöhlen drei Paare von Muscheln, von denen jedoch die unteren und oberen den Vögeln eigenthümliche Bildungen vorstellen und blos die mittleren den Muscheln der übrigen Vertebraten homologe Gebilde sind. Die beiden Nasenöffnungen liegen mit Ausnahme des Kiwis der Wurzel des Oberschnabels mehr oder minder genähert, zuweilen (Krähen) von steifen Haaren verdeckt und geschützt, bei

den Sturmvögeln röhrig verlängert und zusammenfliessend. Eine sogenannte Nasendrüse liegt meist auf dem Stirnbeine, seltener unter dem Nasenbeine oder am inneren Augenwinkel und öffnet sich mittelst eines einfachen Ausführungsganges in die Nasenhöhle.

Der Geschmack knüpft an die weiche papillenreiche Basis der Zunge, die nur bei den Papageien im ganzen Umfange weich bleibt, sonst überall

Fig. 807.

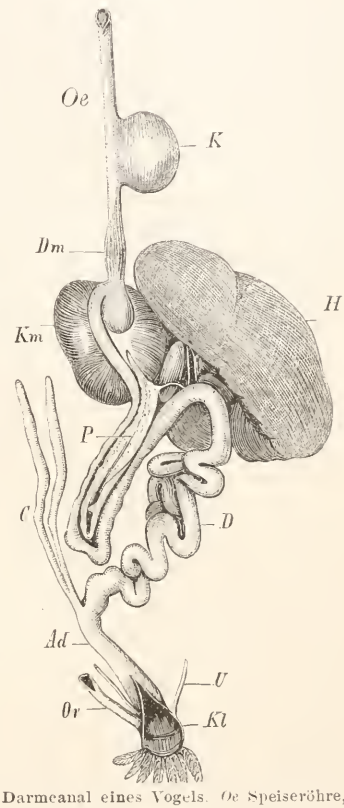
Schnabelform. *a, b, c, d, k* nach Naumann; *g, i, m, o* aus règne animal; *l* aus Brehm. *a Phoenicopterus antiquorum, b Platalea leucorodia, c Emberiza citrinella, d Turdus cyanus, e Falco candicans, f Mergus merganser, g Pelecanus perspicillatus, h Recurvirostra avocetta, i Rhynchops nigra, k Columba livia, l Balaeniceps rex, m Anastomus coromandelianus, n Pteroglossus discolor, o Mycteria senegalensis, p Falcinellus igneus, q Cypselus apus.*

eine festere Bekleidung besitzt und häufig auch zur Nahrungszerkleinerung wesentliche Dienste leistet. Allgemein dürfte die Zunge neben dem Schnabel als Tastorgan in Betracht kommen. Selten (Schnepfen, Enten) wird der Schnabel durch die Bekleidung mit einer weichen, an Nerven und Vater'schen Endkörperchen reichen Haut zum Sitz einer feineren Tastempfindung.

Die Verdauungsorgane des Vogels zeigen trotz der mannigfach wechselnden Ernährungsart einen ziemlich übereinstimmenden Bau, dessen Eigen-

thümlichkeiten zu dem Flugvermögen Beziehung haben. Die Kiefer sind von einer harten Hornscheide überdeckt und zum Schnabel umgestaltet. Wahre Zähne fehlen wenigstens den jetzt lebenden Vögeln im Gegensatze zu den fossilen *Odontornithen* (*Ichthyornis* [Fig. 150], *Hesperornis*) durchaus, doch sind Zahnpapillen in den Kiefern von Papagei-Embryonen schon durch Etienne Geoffroy St. Hilaire bekannt geworden. Während der Oberschnabel aus der Verwachsung von Zwischenkiefer, Oberkiefer und Nasenbeinen gebildet ist, entspricht der Unterschnabel den beiden Unterkieferästen, deren verschmolzener Spitzentheil als Dille (*myxa*) bezeichnet wird. Die untere, vom Kinnwinkel bis zur Spitze reichende Kante heisst Dillenkante (*gonys*), die Kante des Oberschnabels Firste (*culmen*), die Gegend zwischen Auge und der von der Wachshaut (*ceroma*) bekleideten Schnabelbasis der Zügel. Form und Ausbildung des Schnabels variiren nach der besonderen Ernährungsweise mannigfach. (Fig. 807.)

Fig. 808.



Darmcanal eines Vogels. *Oe* Speiseröhre, *K* Kropf, *Dm* Drüsenmagen, *Km* Kaumagen, *D* Mitteldarm, *P* Pankreas (in der Duodenalschlinge gelegen), *H* Leber, *C* die beiden Blinddärme, *Ad* Afterdarm, *U* Ureteren, *Ov* Oviduct, *Kl* Kloake.

Am Boden der Mundhöhle liegt die überaus bewegliche Zunge, die hornige und fleischige Bekleidung zweier am vorderen Ende des Zungenbeins befestigter Knorpel, welche zum Niederschlucken, häufig auch zum Ergreifen der Nahrung dient. Die Mundhöhle, bei den Pelikanen in einen umfangreichen, von den Kieferästen getragenen Kehlsack erweitert, nimmt das Secret zahlreicher Speicheldrüsen auf. Ein Gaumensegel fehlt. Die muskulöse längsgefaltete Speiseröhre, deren Länge sich im Allgemeinen nach der Länge des Halses richtet, bildet häufig, insbesondere bei den Raubvögeln, aber auch bei den grösseren körnerfressenden Vögeln (Tauben, Hühnern, Papageien) eine kropfartige Erweiterung, in welcher die Speisen erweicht werden. (Fig. 808.) Bei den Tauben trägt der Kropf zwei kleine rundliche Nebensäcke, deren Wandung zur Brutzeit einen käsigen, zum Aetzen der Jungen in Verwendung kommenden Stoff absondert. Das untere Ende der Speiseröhre erweitert sich in einen drüsenreichen Vormagen, den Drüsenmagen, welcher in der Regel eine ovale Form besitzt und an Umfang von dem darauffolgenden Muskelmagen übertroffen wird. Dieser erscheint je nach der Beschaffenheit der Nahrung mit schwächeren (Raubvögel) oder mit kräftigeren (Körnerfresser) Muskelwandungen versehen. Im letzteren Falle wird derselbe durch den Besitz von zwei

festen gegeneinander wirkenden Reibplatten, welche die hornige Innenwand bilden, zur mechanischen Bearbeitung der erweichten Nahrungsstoffe vorzüglich befähigt. Der Dünndarm umfasst mit seiner vorderen, dem Duodenum entsprechenden Schlinge die langgestreckte Bauchspeicheldrüse, deren in zweifacher Zahl vorhandene Ausführungsgänge nebst den meist doppelten Gallengängen in diesen Abschnitt einmünden. Der kurze Dickdarm erscheint durch eine Ringklappe und durch den Ursprung von zwei Blinddärmen abgegrenzt und geht, ohne in ein Colon und Rectum zu zerfallen, unter Bildung einer sphincterartigen Ringfalte in die auch den Urogenitalapparat aufnehmende Kloake über, an deren hinterer Wand ein eigenthümlicher Drüsensack, die *Bursa Fabricii*, einmündet.

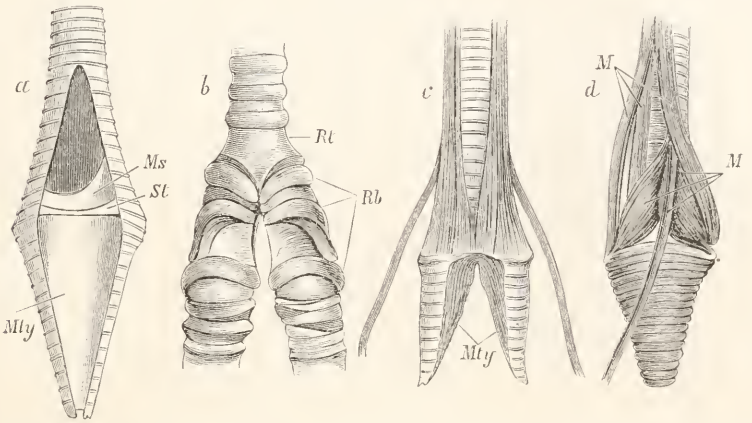
Die grossen langgestreckten Nieren liegen in den Vertiefungen des Kreuzbeines eingesenkt und zerfallen durch Einschnitte in eine Anzahl von Läppchen. Die Harnleiter verlaufen hinter dem Rectum und münden einwärts von den Genitalöffnungen in die Kloake ein. Eine Harnblase fehlt. Das Harnsecret stellt sich nicht wie bei den Säugethieren als Flüssigkeit, sondern als eine weisse, breiartige, rasch erhärtende Masse dar.

Die Vögel besitzen ein vollständig gesondertes rechtes und linkes Herz, welches, vom Herzbeutel umschlossen, in der Medianlinie liegt. Als eine Eigenthümlichkeit desselben ist die besondere Ausbildung der rechten Atrioventricularklappe hervorzuheben, welche im Gegensatze zu den Atrioventricularklappen des Säugethierherzens eine einfache, stark muskulöse Platte ist. Der Herzschlag wiederholt sich bei der lebhaften Athmung rascher als bei den Säugethieren. Die Aorta bildet einen rechten Aortenbogen. Die Venen münden mittelst zweier oberer und einer unteren Hohlvene in die rechte Vorkammer. Da das Zwerchfell rudimentär bleibt, geht die Brusthöhle direct in die Bauchhöhle über. Das Nierenpfortadersystem ist bei den Vögeln, wenn auch in geringem Umfange, noch erhalten. Das Lymphgefässsystem mündet durch zwei *Ductus thoracici* in die oberen Hohlvenen ein, communicirt aber sehr allgemein noch in der Beckengegend mit den Venen. *Lymphherzen* sind nur an den Seiten des Steissbeines beim Strausse und Casuar, sowie bei einigen Sumpf- und Schwimmvögeln angetroffen, werden aber häufig durch blasige, nicht contractile Erweiterungen vertreten.

Die *Athmungsorgane* beginnen hinter der Zungenwurzel mit der Kehlritze, welche durch einen wenig ausgebildeten oberen Kehlkopf (*Larynx*) in eine lange, von knöchernen Ringen gestützte Luftröhre führt. Die Luftröhre übertrifft nicht selten die Länge des Halses und verläuft dann, vornehmlich im männlichen Geschlechte, unter Biegungen, die entweder unter der Haut liegen (Auerhahn) oder selbst in den hohlen Brustbeinkamm eindringen (Singschwan). Mit Ausnahme der Strausse, Störche und einiger Geier entwickelt sich das Stimmorgan an der Theilungsstelle der Luftröhre in die Bronchien. Beide Abschnitte betheiligen sich an der Bildung desselben und lassen den unteren Kehlkopf (*Syrinx*) hervorgehen. (Fig. 809.) Indem die letzten Tracheal-

ringe und vorderen Bronchialringe eine veränderte Form erhalten und oft in nähere Verbindung treten, erscheinen das Ende der Trachea und die Anfänge der Bronchien comprimirt oder blasig aufgetrieben und zu der sogenannten Trommel umgeformt, welche sich bei den Männchen vieler Enten und Taucher zu unsymmetrischen, als Resonanzapparate wirkenden Nebenhöhlen (sog. Paukenhöhle und Labyrinth) erweitert. Das untere Ende der Trachea wird gewöhnlich von einer vorspringenden Knochenleiste, dem *Steg*, durchsetzt, welcher sich an der Theilungsstelle der Bronchien erhebt. Zwischen diesen und den Bronchialringen spannt sich wie in einem Rahmen die innere Paukenhaut (*M. tympaniformis interna*) aus. Bei den Singvögeln kommt als Fortsetzung der letzteren am Steg noch eine halbmondförmige Falte (*Membrana semilunaris*) hinzu. In

Fig. 809.

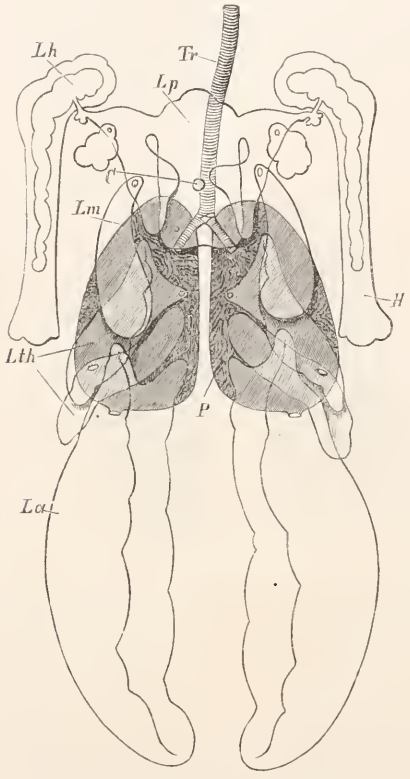


Unterer Kehlkopf des Raben, aus Owen. *a* Seitenansicht des geöffneten Kehlkopfes, *b* der Kehlkopf nach Entfernung der Muskulatur, *c* derselbe mit den Singmuskeln von vorne, *d* von der Seite gesehen. *St* Steg (Pessulus), *Mty* Membrana tympaniformis interna, *Ms* Membrana semilunaris, *Rt* umgeformter letzter Trachealring, *Rb* die umgeformten drei ersten Bronchialringe, *M* Singmuskeln.

zahlreichen Fällen tritt auch gegenüberliegend zwischen zwei Bronchialringen eine äussere Paukenhaut (*M. tympaniformis externa*) hinzu, welche gleichfalls ein Stimmband bildet und mit dem freien Rande der inneren Paukenhaut jederseits eine Stimmritze erzeugt. Zur Anspannung dieser als Stimmbänder fungirenden Falten dient ein Muskelapparat, welcher die Trachea mit den Seitentheilen der Trommel oder auch mit den vorderen Bronchialringen verbindet und am complicirtesten bei den Singvögeln entwickelt ist, deren unterer Kehlkopf 5 oder 6 Paare solcher Muskeln besitzen kann. Die verhältnissmässig kurzen Bronchien führen beim Eintritt in die Lungen in eine Anzahl weiter häutiger Bronchialröhren, welche das Lungengewebe durchsetzen. Die Lungen hängen nicht wie bei den Säugethieren, von einem Pleurasack überzogen, frei in einer geschlossenen Brusthöhle, sondern sind durch Zellgewebe an die Rückenwand der Rumpfhöhle angeheftet und an den Seiten der Wirbelsäule in die Zwischenräume der Rippen eingesenkt. Auch zeigt das Verhalten der Bronchialröhren und die Structur der feineren respiratorischen Lufträume von den Lungen der

Säugethiere wesentliche Abweichungen, indem die von den Infundibulis umgebenen Bronchialäste wie Orgelpfeifen nebeneinander stehen (Lungenpfeifen). Als Ausstülpungen der Lunge erstrecken sich grosse Luftsäcke (Fig. 810) in ziemlich constanter Anordnung vorne in den Zwischenraum der Furcula (peritrachealer Luftsack), sodann als Brustsäcke in die vorderen und seitlichen Partien der Brust, und als Bauchsäcke nach hinten zwischen die Eingeweide bis in die Beckengegend der Bauchhöhle. Die letzteren führen in die Höhlungen der Schenkel- und Beckenknochen, die kleineren vorderen Säcke setzen sich in die Luftzellen der Armknochen und der Haut fort, welche letztere bei grossen, vortrefflich fliegenden Schwimmvögeln (*Sula*, *Pelecanus*) eine solche Ausbreitung erlangen, dass die Körperhaut bei der Berührung ein knisterndes Geräusch vernehmen lässt (Wärmeschutz, Herabsetzung des specifischen Gewichtes, Luftreservoirs bei der Respiration). Bei solchen Einrichtungen muss im Zusammenhange mit der schon hervorgehobenen rudimentären Form des Zwerchfelles und der eigenthümlichen Gestaltung des Thorax der Mechanismus der Athmung ein ganz anderer sein als bei den Säugethieren. Die Erweiterung des auch die Bauchhöhle umfassenden Brustkorbes tritt als Folge einer Streckung der Sternocostalknochen und der Entfernung des Brustbeines vom Rumpfe ein. Die Respirationsbewegungen werden daher vornehmlich durch die als Inspirationsmuskeln fungirenden Sternocostalmuskeln und Rippenheber veranlasst.

Fig. 810.

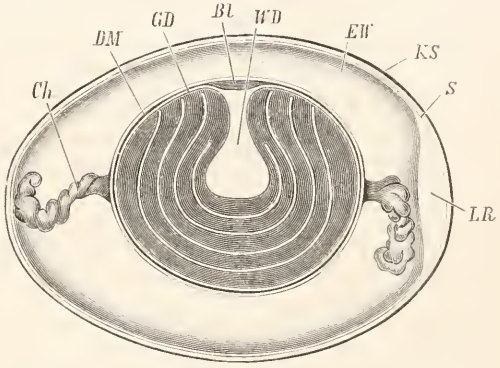


Lungen und Luftsäcke der Taube (schematisch), nach C. Heider. *Tr* Trachea, *P* Lunge, *Lp* peritrachealer Luftsack mit seinen Ausstülpungen (*Lh* und *Lm*) in den Humerus (*H*) und zwischen die Brustmuskulatur, *C* die Verbindung desselben mit den sternalen Lufträumen, *Lth* thoracale Luftsäcke, *La* abdominale Luftsäcke.

Die *Geschlechtsorgane* schliessen sich eng an die der Reptilien an. Beim Männchen, welches sich nicht nur durch bedeutende Grösse und Körperkraft, sondern durch lebhaftere Färbung des Gefieders, sowie durch reichere Mannigfaltigkeit der Stimme auszeichnet, liegen an der vorderen Seite der Nieren zwei ovale, zur Fortpflanzungszeit mächtig anschwellende Hoden, von denen der linke meist der grössere ist. Die wenig entwickelten Nebenhoden führen in zwei an der Aussenseite der Harnleiter herabsteigende Samenleiter, deren Enden häufig zu Samenblasen anschwellen und an der Hinterwand der Kloake

auf zwei kegelförmigen Papillen ausmünden. Ein Begattungsorgan fehlt in der Regel; bei einigen grösseren Wasservögeln (*Herodii*, *Ciconia*, *Platalea* etc.) erhebt sich jedoch an der Vorderwand der Kloake ein warzenförmiger Vorsprung als Anlage eines Penis. Umfangreicher erscheint derselbe bei den meisten Struthionen, den Enten, Gänsen, Schwänen und den Baumhühnern (*Penelope*, *Urax*, *Crax*). Hier entspringt an der Vorderwand der Kloake ein gekrümmter, von zwei fibrösen Körpern gestützter Schlauch, dessen Ende mittelst eines elastischen Bandes eingezogen wird. Eine oberflächliche Rinne dient zur Fortleitung des Spermas während der Begattung. Beim zweizehigen Strausse erlangt der Penis eine noch höhere, den männlichen Begattungstheilen der Schildkröten und Crocodile analoge Bildung. Unter den beiden fibrösen Körpern, die mit breiter Basis an der Vorderwand der Kloake entspringen, verläuft ein dritter cavernöser Körper, welcher an der vorderen nicht einstülpbaren Spitze in einen schwellbaren Wulst, die Anlage einer *Glans penis*, übergeht.

Fig. 811.



Schematischer Längsschnitt durch ein unbebrütetes Hühnerei, nach Allen Thomson-Balfour. *Bl* Keimscheibe, *GD* gelber Dotter, *WD* weisser Dotter, *DM* Dottermembran, *EW* Eiweiss, *Ch* Chalazen, *S* Schalenhaut, *KS* Kalkschale, *LR* Luftkammer.

An den weiblichen Geschlechtsorganen verkümmert das rechtsseitige Ovarium nebst dem Leitungsapparat oder schwindet vollständig. Um so umfangreicher werden zur Fortpflanzungszeit die Geschlechtsorgane der linken Seite, sowohl das traubige Ovarium, als der vielgewundene Eileiter, dessen oberer, mit weitem Ostium beginnender Abschnitt aus den Drüsen seiner längsgefalteten Schleimhaut das geschichtete, an den Enden zu den Hagelschnüren (*Chalazae*) zusammengedrehte Eiweiss und im hinteren Theile die faserige Schalenhaut abscheidet. Der nachfolgende kurze und weite Abschnitt des Eileiters, der sogenannte Uterus, dient zur Erzeugung der mannigfach gefärbten porösen Kalkschale; der kurze und enge Endabschnitt mündet an der äusseren Seite des entsprechenden Harnleiters in die Kloake ein. Da, wo sich im männlichen Geschlechte Begattungstheile finden, treten auch im weiblichen Geschlechte Clitorisbildungen an derselben Stelle auf.

Die Vögel legen ohne Ausnahme Eier ab. Das ausschliessliche Auftreten der oviparen Fortpflanzungsform steht zweifelsohne mit der Bewegungsart des Vogels im innigen Zusammenhange. Der umfangreiche Eidotter (Fig. 811), welcher im Eiweiss suspendirt ist, wird von einer Dotterhaut umhüllt und ist zum grossen Theile Nahrungsdotter. Nur ein kleiner oberflächlicher Theil, in welchem das Keimbläschen liegt, entspricht dem Bildungsdotter und wird als Narbe (*Cicatricula*) unterschieden. Von dieser erstreckt sich in das Innere des

gelben Dotters eine flüssigere Dotterschichte, der weisse Dotter, welcher eine Höhle im Centrum des gelben Dotters erfüllt, sowie in concentrischen Schichten den gelben Dotter durchsetzt und in einer dünnen Schichte überzieht. Die Entwicklung erfordert einen hohen, mindestens der Temperatur des Blutes gleichkommenden Wärmegrad, welcher dem Ei in der Regel durch die Körperwärme des brütenden Vogels mitgetheilt wird. Die Befruchtung erfolgt bereits im obersten Abschnitte des Eileiters vor der Abscheidung des Eiweisses und der Schalenhaut und hat den alsbaldigen Eintritt der partiellen (discoidalen) Furchung zur Folge, welche nur den hellen Theil des Dotters in der Umgebung des Keimbläschens, den sogenannten Hahnentritt (*Cicatricula*), den Bildungsdotter, betrifft. Derselbe hat an dem gelegten Ei bereits die Furchung durchlaufen und sich zur sogenannten *Keimscheibe* entwickelt. Der später kahnförmig vom Dotter sich abhebende Embryo erhält wie bei den Reptilien die charakteristischen Fötalhüllen, Amnion und Allantois. Die Dauer der Embryonalentwicklung wechselt sowohl nach der Grösse des Eies, als nach der relativen Ausbildung der ausschlüpfenden Jungen. Der zum Auskriechen reife Vogel sprengt die Schale, und zwar am stumpfen Pole mittelst eines scharfen, an der Spitze des Oberschnabels gelegenen Zahnes.

Die ausgeschlüpften Jungen besitzen im Wesentlichen die Organisation des elterlichen Thieres, wenngleich sie in dem Grade ihrer körperlichen Ausbildung noch weit zurückstehen können. Während die Hühner- und Laufvögel, ferner die meisten Wad- und Schwimmvögel bereits bei ihrem Ausschlüpfen ein vollständiges Flaum- und Dunenkleid tragen und in der körperlichen Ausbildung so weit vorgeschritten sind, dass sie als *Nestflüchter* alsbald der Mutter auf das Land oder in das Wasser folgen und hier selbstständig Nahrung aufnehmen, verlassen andere, wie die Gang- und Klettervögel, Tauben und Raubvögel, sehr frühzeitig ihre Eihüllen, nackt oder nur stellenweise mit Flaum bedeckt; unfähig, sich frei zu bewegen und zu ernähren, bleiben sie als *Nesthocker*, gefüttert und gepflegt von den elterlichen Thieren, noch geraume Zeit im Nest.

Das psychische Leben der Vögel steht ungleich höher als das der Reptilien. Die hohe Ausbildung der Sinne (Augen) befähigt den Vogel zu einem scharfen Unterscheidungsvermögen, mit dem sich ein gutes Gedächtniss verbindet. Der Vogel lernt allmälig unter Anleitung der Eltern Flug und Gesang, er sammelt Erfahrungen, die er zu Urtheilen und Schlüssen verbindet, er erkennt die Umgebung seines Wohnplatzes, unterscheidet Freunde und Feinde und wählt die richtigen Mittel sowohl zur Erhaltung seiner Existenz, als zur Pflege der Brut. Bei einzelnen Vögeln erlangt die Gelehrigkeit und die Fähigkeit der Nachahmung eine ausserordentliche Höhe (Staar, Papagei). Nicht minder entwickelt erscheint die Gemüthsseite des Vogels, wie sich nicht nur aus dem allgemeinen Betragen und dem mannigfachen Ausdruck des Gesanges, sondern vornehmlich aus dem Verhalten der beiden Geschlechter zur Zeit der Fortpflanzung ergibt. Die instinctiven Handlungen beziehen sich auf die Er-

haltung des Individuums, in ungleich höherem Masse aber auf die Pflege der Nachkommenschaft.

Ueberhaupt erreichen die Aeusserungen sowohl des intellectuellen, als des instinctiven Lebens ihren Höhepunkt zur Zeit der *Fortpflanzung*, welche in den gemässigten und kälteren Klimaten meist in den Frühling (beim Kreuzschnabel ausnahmsweise mitten in den Winter) fällt. Zu dieser Zeit erscheint der Vogel in jeder Hinsicht verschönert und vervollkommnet. Die Befiederung zeigt einen intensiveren Glanz und reicheren Farbenschmuck. Das mehr einfarbige *Winterkleid*, welches die Herbstmauserung gebracht hat, ist mit einem lebhafter gefärbten *Hochzeitskleid* vertauscht. Die Stimme [1]) des Vogels tönt zur Fortpflanzungszeit reiner und klangvoller; das Männchen lässt seinen Gesang erschallen, der ebenso wie die Schönheit des männlichen Gefieders als Reizmittel auf das Weibchen wirken mag. Von Befiederung und Stimme abgesehen, erscheint das ganze Betragen des Vogels unter dem Einflusse der geschlechtlichen Erregung verändert (Liebestänze, „*Balze*", als Vorspiel der Begattung). Mit Ausnahme der Hühner, Fasane u. a. leben die Vögel in Monogamie, oft nur zur Fortpflanzungszeit paarweise vereinigt, indem sie sich später zusammenschaaren und in grösseren Gesellschaften Züge und Wanderungen unternehmen. Indessen gibt es auch für das Zusammenwandern vereinzelter Pärchen einige Beispiele.

Die meisten Vögel bauen ein Nest und suchen für dasselbe einen geeigneten Platz meist in der Mitte ihres Wohnbezirkes. Nur wenige (Steinkäuze, Ziegenmelker etc.) begnügen sich damit, ihre Eier einfach auf dem Erdboden abzulegen, andere (Raubmöven, Seeschwalben, Strausse) scharren wenigstens eine Grube aus oder (Waldhühner) treten eine Vertiefung in Moos und Gras ein. Am kunstvollsten sind die Nester von Vögeln, welche fremde Stoffe mit ihrem klebrigen Speichel zusammenleimen (Kleiber) oder feine Geflechte aus Moos, Wolle und Halmen verweben (Weber). In der Regel baut das Weibchen ausschliesslich das Nest, und die Hilfe des Männchens beschränkt sich auf das Herbeitragen der Materialien, doch gibt es auch Beispiele für die Betheiligung des Männchens an der Ausführung des Kunstbaues (Schwalbe, Webervögel); in anderen Fällen (Hühnervögel, Edelfink) nimmt das Männchen am Nestbau überhaupt gar keinen Antheil. Viele Seevögel, wie die Alken und Pinguine, legen nur ein Ei, die grossen Raubvögel, Tauben, Segler und Kolibris zwei Eier. Ungleich höher steigt die Zahl derselben bei den Singvögeln, noch mehr bei den Schwimmvögeln der Teiche und Flüsse, bei den Hühnern und Straussen. Ebenso verschieden ist die Dauer der Brutzeit, welche sich nach der Grösse des Eies und dem Grade der Ausbildung des ausschlüpfenden Jungen richtet. Während die Kolibris und Goldhähnchen 11 bis 12, die Singvögeln 15 bis 18 Tage brüten, brauchen die Hühner 3 Wochen, die Schwäne die doppelte Zeit und die Strausse 7 bis 8 Wochen zum Brutgeschäft, welches

[1]) Vergl. A. E. Brehm's „Illustrirtes Thierleben", Tom. IV, V und VI

im Wesentlichen auf einer gleichmässigen, oft durch nackte Stellen (Brutflecken) begünstigten Erwärmung der Eier durch den Körper des brütenden Vogels beruht. In der Regel liegt das Brutgeschäft ausschliesslich der Mutter ob, die während dieser Zeit vom Männchen mit Nahrung versorgt wird. Nicht selten aber, wie bei Tauben, Kibitzen und zahlreichen Schwimmvögeln, lösen sich beide Gatten regelmässig ab; das Männchen sitzt dann freilich nur kürzere Zeit am Tage, das Weibchen die ganze Nacht hindurch auf dem Neste. Beim Strauss brütet das Weibchen nur die erste Zeit, später werden die Rollen gewechselt, und das Männchen übernimmt das Brutgeschäft vornehmlich zur Nachtzeit fast ausschliesslich. Auffallend ist das Verhalten zahlreicher Kuknke, insbesondere unseres einheimischen Kukuks (auch des Trupials), welcher Nestbau und Brutpflege anderen Vögeln überlässt und seine kleinen Eier einzeln in Intervallen von etwa 8 zu 8 Tagen dem Eiergelege verschiedener Singvögel unterschiebt. Die Pflege und Auffütterung der Jungen fällt meist ausschliesslich oder doch vorwiegend dem weiblichen Vogel zu, dagegen nehmen in der Regel beide Eltern gleichen Antheil an dem Schutze und an der Vertheidigung der Brut.

Von den Thätigkeiten abgesehen, welche auf die Fortpflanzung Bezug haben, äussert sich der Instinct der Vögel vornehmlich im Spätsommer und Herbst als Trieb zur Wanderung und noch räthselhafter als zuverlässiger Führer auf der Wanderschaft. Wenige Vögel der kälteren und gemässigten Klimate halten im Winter an ihrem Brutorte aus (*Standvögel*, Steinadler, Eulen, Raben, Elstern, Spechte, Zaunkönige, Meisen, Waldhühner etc.). Viele streichen ihrer Nahrung halber in grösseren und kleineren Kreisen umher (*Strichvögel*, Drosseln, Berg- und Edelfinken, Spechte, Goldammer, Finken, Haubenlerche). Andere unternehmen vor Eintritt der kalten und nahrungsarmen Jahreszeit Wanderungen und ziehen in grossen Gesellschaften vereinigt aus nördlichen Klimaten in gemässigte, aus diesen in südliche Gegenden (*Zugvögel*, Schwalben und Störche, Dohlen, Krähen und Staare, Wildgänse, Kraniche etc.), um in denselben zu überwintern und mit beginnendem Frühjahr wieder in die Heimat, das heisst die Gegend des Brutortes, zurückzukehren. Eine Erklärung des überaus merkwürdigen instinctiven Wandertriebes und der an diesen anknüpfenden regelmässigen, über grosse Ländergebiete sich bewegenden Züge scheint mit Hilfe des Selectionsprincipes unter Verwerthung der klimatischen und geographischen Veränderungen, welche die Erdoberfläche während der jüngeren Tertiärzeit und der auf diese folgenden Diluvialzeit erfahren hat, möglich zu sein. Man hat sich in erster Linie zu vergegenwärtigen, dass die Arten der Vögel im Kampfe um die Existenzbedingungen sich möglichst auszubreiten bestrebt sein werden, und dass bei eintretendem Nahrungsmangel eine durch das Flugvermögen unterstützte Migration in benachbarte, oft auch weiter entfernte Gegenden erfolgen wird. Zahlreiche Arten unternehmen während der kalten, nahrungsarmen Jahreszeit regelmässig ausgedehnte Streifzüge (Strichvögel), in welchen die ersten Anfänge des „Wanderns“ oder „Ziehens“ zu er-

kennen sind. Während und in Folge des allmäligen Klimawechsels mussten sich aber die Verbreitungsbezirke der Vögel allmälig ändern, mit dem Eintritt der Eiszeit von Norden nach Süden und später nach derselben umgekehrt von Süden nach Norden bedeutend verschieben und das Ziehen nach diesen Richtungen bei dem Wechsel der Jahreszeiten in den einander folgenden Generationen als regelmässige Wanderung erhalten bleiben. Das Ziehen ist somit eine durch die Ernährungs- und Lebensverhältnisse für die Artexistenz nothwendig gewordene, durch unzählige Generationen vererbte Gewohnheit, aus welcher sich der zur bestimmten Jahreszeit auftretende Trieb zum Fortziehen erklärt. Die vielfachen Wege aber, auf denen die Zugvögel wandern, werden nicht einfach durch die gerade Richtung von Süd und Nord bezeichnet, sondern sind höchst verschlungene „*Zugstrassen*“ [1]), welche den uralten Wegen entsprechen, auf denen die Ausbreitung der Vogelart in früher Zeit erfolgte. Natürlich sind die Zugstrassen der Landvögel ganz verschieden von denen der Sumpfvögel und Küstenvögel, welch' letztere (z. B. Möven, Schwäne, Eiderente, Bernickelgans), durch die Nahrung an die Meeresküste gefesselt, längs dieser über grosse Länderstrecken dahinziehen, aber auch ausgedehnte Meeresstrecken überschreiten, welche in der Vorzeit durch Küstenland oder Inselgruppen vertreten waren. (Grönland, Island, Faröer, England.) Ebenso weisen die Strassen, auf denen die Zugvögel über das Mittelmeer nach Afrika gelangen, auf zusammenhängendes Land oder Inselgruppen der vordiluvialen Zeit hin. (Strasse von Gibraltar—Corsika, Sardinien, Tunis—Italien, Sicilien, Malta, Tripolis—Kleinasien, Cypern, Aegypten.)

Für die geologische Geschichte dieser Classe liegt nur ein sehr spärliches Material vor. Von dem fiederschwänzigen *Archaeopteryx lithographica* (Fig. 799) des Jura (*Saururae*) abgesehen, gehören die ältesten Reste von Schwimm- und Sumpfvögeln der Kreide an. Diese zeichneten sich durch den Besitz von Zähnen aus (*Odontornithen*), welche im Oberkiefer und Unterkiefer in Rinnen (*Odontolcae*, *Hesperornis*) oder in Gruben (*Odontotormae*, *Ichthyornis*) sassen, während den zahnlosen Zwischenkiefer schnabelartig eine Hornscheide bekleidete.

Ueber die Stammesgeschichte der Vögel wurden sehr verschiedene Ansichten ausgesprochen. Huxley und Gegenbaur glaubten aus der ähnlichen Gestaltung der hinteren Extremität, ersterer vornehmlich des Beckens, letzterer aus dem Verhalten der Wurzelknochen und des Tarsus nebst Zehen, gewisse *Dinosaurier* (*Ornithopoden*, *Comsognathus*) als Stammformen betrachten zu können, aus denen sich zuerst die flugunfähigen Ratiten, später aus diesen die Carinaten entwickelt hätten. Dagegen betrachtete R. Owen die langschwänzigen *Pterosaurier* (*Rhamphorynchus*) als Ausgangsgruppe, um von derselben durch die Archaeopterygier als Zwischengruppe die *Carinaten* abzuleiten, wogegen er, und gewiss mit vollem Rechte, die Ratiten auf secundär veränderte Formen

[1]) Vergl. J. A. Palmén, Ueber die Zugstrassen der Vögel. Leipzig, 1876.

zurückführte, welche die Flugfähigkeit verloren haben. Sicher ist aber der Ausgang von den *Pterosauriern* ein durchaus verfehlter, nicht nur wegen der ganz abweichenden Gestaltung des Beckens und der hinteren Extremität, sondern auch mit Rücksicht auf die ganz abweichende Bildung des Flugapparates, welcher bereits eine hoch entwickelte *Specialisirung* in ganz anderer Richtung (fünfter Finger zur Stütze eines mächtigen Patagiums) besass, aus welcher sich unmöglich der Flügel von Archaeopteryx oder der jetzt lebenden Vögel hätte entwickeln können.

Noch unglücklicher ist freilich die von einigen Autoren verfochtene Ansicht von einem diphyletischen Ursprunge der Vögel, nach welcher die Dinosaurier mit ihren reducirten Vorderextremitäten zu den *Odontolcae* (*Hesperornis*) und von diesen zu den flugunfähigen *Ratiten*, die *Pterosaurier*, beziehungsweise eine andere nicht näher zu bestimmende Lacertiliergruppe der mesozoischen Periode zu den *Carinaten* geführt habe. Die Uebereinstimmung der Ratiten und Carinaten in der Gestaltung des Skelets und der inneren Organe ist eine so grosse und in allen wesentlichen Zügen so vollständige, dass die Entstehung dieses einheitlichen Typus von zwei verschiedenen Stammgruppen wenn nicht als undenkbar, so doch als höchst unwahrscheinlich bezeichnet werden muss, zumal die unterscheidenden Charaktere im Zusammenhang mit dem Verluste des Flugvermögens verständlich werden, dieser aber für eine Reihe von Ratiten als erst im Laufe der Zeit secundär eingetreten mit Sicherheit geschlossen werden kann. Während die Strauss-artigen Vögel und *Dinornithen* schon aus Gründen der bedeutenden Grössenentwicklung die Flugbefähigung einbüssen mussten, lässt sich für andere Formen wie die *Apterygier* die besondere Lebensweise sowie der lange Zeitperioden hindurch sistirte Gebrauch als begründendes Moment verwerthen. Einzelne flugunfähige Formen ohne Brustbeinkiel und ohne Schwungfedern haben offenbar erst in jüngeren Perioden ähnliche Rückbildungen erfahren und repräsentiren Glieder von Carinatenfamilien, wie die neuseeländischen Gattungen *Notornis* (Rallide), *Gastornis*, *Cnemiornis*, ferner die erst jüngst ausgestorbenen *Alca impennis* und *Didus ineptus*, sowie die noch lebenden *Strigops* und *Aptenodytiden*. Wenn auch die Ratiten in vieler Hinsicht primitivere, auf eine niederere Entwicklung hinweisende Eigenschaften zeigen, so sind diese zum Theil als secundäre im Anschluss an den früher oder später erfolgten Verlust des Flugvermögens eingetretenen Rückbildungen verständlich. Offenbar gingen dem Carinatenstamme abweichend gestaltete Typen mit geringerem Flugvermögen und primitivem Verhalten der Flügel und Befiederung voraus, aber diese deckten sich gewiss nicht mit den die Ratiten auszeichnenden Merkmalen. Vielmehr werden wir uns die Stammeltern der *Euornithen* als *Sauropsiden* von geringer oder mittlerer Grösse vorzustellen haben, welche sich beim Gang ausschliesslich auf die Hinterextremitäten stützten und diese zum Klettern und zum Sprunge benützten, während, bei ziemlich gleichmässiger Bekleidung des Körpers mit kleinen Federschuppen die Vordergliedmassen bereits mit oberer (zwischen Oberarm und Unterarm) und unterer

Hautduplicatur und von relativ bedeutender Entwicklung (zwischen Körperseite, Ellenbogen und Hand) beim Sprunge nach Art eines Fallschirmes, beziehungsweise unter flatternder Bewegung in Function traten. Es waren vielleicht Sauropsiden aus der Trias, welche als derzeit noch unbekannt gebliebene Typen der so überaus divergenten Dinosaurier mit der Gestaltung des Beckens und der Hintergliedmassen von *Ornithopoden* und *Compsognathen* die jenen Voraussetzungen entsprechende Grösse und Bildung der Vordergliedmassen, wenn auch noch mit grosser Zahl bekrallter Finger, verbanden und erst allmälig in der mesozoischen Zeit sich einer vollkommeneren Flugbewegung durch Entwicklung des Brustbeinkammes sowie einer diesem entsprechenden kräftigen Muskulatur, von Schwungfedern und Steuerfedern anpassten, somit die Charaktere der Carinaten gewannen. Möglicherweise vollzog sich dieser Gestaltungsprocess unter mehrfachen Modificationen, von denen eine zur Entstehung der Saururae führte, welche ebenso wie andere gewissermassen inadaptive Seitenzweige sich nicht auf die Dauer erhalten konnten und deshalb früher oder später wieder vom Schauplatz verschwinden mussten. Wenn nach dem Skelet und Flügelbau von *Archaeopteryx* mit Wahrscheinlichkeit geschlossen werden kann, dass die Saururen keine Stammesentwicklung des *Euornithen*stammes repräsentiren, so wird für die bezahnten Vögel der Kreide (*Odontotormae*) kaum ein Zweifel bestehen, dass dieselben als Etappen in der Stammesentwicklung der *Carinaten* durchlaufen wurden, und dass schon unter jenen *Ratiten*ähnliche Formen, wie die *Odontolcae* (*Hesperornis*, Wasserstrauss) hervortraten, deren Besonderheiten auf secundären Verlust des Flugvermögens unter entsprechenden Anpassungen an das Wasserleben zurückzuführen sind.

In der Tertiärzeit werden die Ueberreste häufiger, sind indessen für eine nähere Bestimmung unzureichend; dagegen treten im Diluvium zahlreiche Typen jetzt lebender Nesthocker, sowie merkwürdige Riesenformen auf, von denen einzelne nachweisbar in historischer Zeit ausgestorben sind (*Aepyornis*, *Dinornis*, *Palapteryx*, *Didus*).

Die Classification der Vögel bietet mit Rücksicht auf die relative Einförmigkeit der Gestaltung und Organisation im Vergleiche zu anderen Thierclassen grosse Schwierigkeiten. Wollte man die *Saururae* als Subclasse der *Ornithurae* oder echten Vögeln gegenüberstellen, so müsste man die Charakterisirung der Classe bedeutend verändern und wesentlich verallgemeinern. Auch das Verhältniss der *Odontornithen* zu den *Edentornithen* lässt sich vorläufig nicht systematisch verwerthen. Die Ornithuren werden gewöhnlich nach Huxley's Vorgang in *Carinatae* und *Ratitae* eingetheilt, welche letztere in ihren Besonderheiten durch Rückbildung des Flugvermögens kaum als eine scharf zu trennende systematische Einheit gelten können, zumal verschiedene Typen aus mehreren Carinatenfamilien im Beginne dieser durch Flugunfähigkeit bedingten Veränderungen stehen. Für den gesammten reichen Inhalt der lebenden Vogelwelt aber erscheint die Abgrenzung des Ordnungs- und Familienbegriffes kaum möglich, und erklären sich aus diesem Verhältniss die nach

Zahl dieser Kategorien so ausserordentlich divergirenden Systeme der verschiedenen Autoren.

I. Carinatae.

Das Brustbein ist mit einem Kiel zur Insertion des mächtig entwickelten Flugmuskels versehen. Die Schwungfedern des Flügels und die Steuerfedern des Schwanzes sind meist wohl entwickelt. Fast sämmtlich zum Fluge befähigt.

1. Ordnung. Natatores, Schwimmvögel.

Wasservögel mit kurzen, oft weit nach hinten gerückten Beinen, mit Schwimm- oder Ruderfüssen.

Die Körperform der Schwimmvögel variirt ausserordentlich, je nach der besonderen Anpassung an den Wasseraufenthalt. Alle besitzen ein dichtes, fest anliegendes Gefieder, eine sehr reiche Dunenbekleidung und eine grosse Bürzeldrüse. Die Beine sind kurz, weit nach hinten gerückt und meist bis zur Fussbeuge befiedert, sie enden entweder mit ganzen oder gespaltenen Schwimm- oder Ruderfüssen. Alle schwimmen vortrefflich; viele besitzen auch ein ausgezeichnetes Flugvermögen, während andere flugunfähig, fast ausschliesslich an das Wasser gebannt sind. Auch tauchen die meisten mit grossem Geschick, indem sie aus der Luft im Stosse herabschiessen (*Stosstaucher*) oder beim Schwimmen plötzlich in die Tiefe des Wassers rudern (*Schwimmtaucher*). Ebenso verschieden als die Bildung der Flügel ist die Gestalt des Schnabels, der bald hoch gewölbt und mit schneidenden Rändern bewaffnet ist, bald flach und breit, bald verlängert und zugespitzt erscheint. Hiernach wechselt auch die Art der Ernährung; im ersteren Falle haben wir es mit Raubvögeln zu thun, die besonders Fische erbeuten, im letzteren mit Vögeln, welche von Würmern und kleineren Wasserthieren, aber auch von Fischen leben; die Schwimmvögel mit breitem weichhäutigen Schnabel gründeln im Schlamme und nähren sich ausser von Würmern und kleineren Wasserthieren auch von Sämereien und Pflanzenstoffen. Die Schwimmvögel leben gesellig und halten sich in grossen Schaaren an den Meeresküsten oder auf Binnengewässern, zum Theil aber auch auf der hohen See in weiter Entfernung von den Küsten auf. Sie sind grossentheils Strich- und Zugvögel, nisten in der Nähe des Wassers oft auf gemeinschaftlichen Brutplätzen und legen wenige Eier entweder unmittelbar auf dem Boden, oder in Löchern, oder in einfachen kunstlosen Nestern ab. Viele sind für den Haushalt des Menschen theils wegen des Fleisches und der Eier, theils wegen der Dunen und des Pelzes, theils endlich wegen der als Dünger benutzten Excremente (Guano) ausserordentlich wichtig.

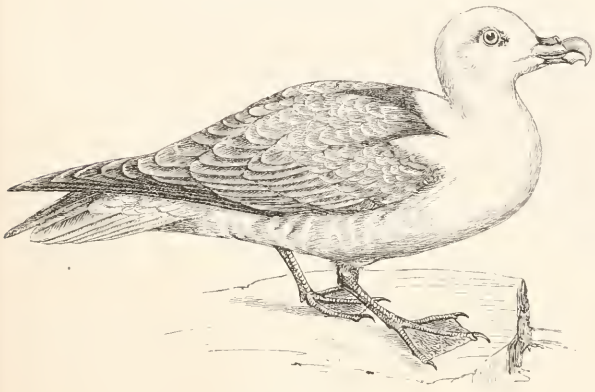
1. Gruppe. *Lamellirostres*. Fam. *Anseres*. Mit breitem, am Grunde hohem Schnabel, welcher, von einer weichen nervenreichen Haut bekleidet, an den Rändern durch Querblättchen wie gezähnelt erscheint und mit einer nagelartigen Kuppe endet. Die Füsse sind Schwimmfüsse mit rudimentärer, bald nackter, bald häutig umsäumter Hinterzehe. *Phoenicopterus antiquorum* L., Flamingo, Nordafrika. *Cygnus olor* L., Höckerschwan. *C. musicus* Bechst., Singschwan. *Anser cinereus* Meyer, Graugans. *A. hyperboreus* L.,

Polargans. *A. segetum* L., Saatgans. *Anas boschas* L., Stockente, Stammart der mehrfach abändernden Hausente. *A. (Tadorna) tadorna* L., Brandente. *A. mollissima* L., Eiderente. *Mergus merganser* L., Säger. *M. serrator* L., *M. albellus* L.

2. Gruppe. *Longipennes.* Fam. *Laridae*, Möven. Leichtgebaute Schwalben- oder Tauben-ähnliche Schwimmvögel mit langen, spitzen Flügeln und oft gabeligem Schwanz, verhältnissmässig hohen dreizehigen Schwimmfüssen und freier Hinterzehe. Stosstaucher. *Sterna hirundo* L., Seeschwalbe. *Larus minutus* Pall., Zwergmöve. *L. ridibundus* L., Lachmöve. *L. canus* L., Sturmmöve. *Lestris parasitica* L., Raubmöve, norddeutsche Küsten. *Rhynchops nigra* L., Scheerenschnabel (Fig. 807 *i*).

3. Gruppe. *Tubinares.* Fam. *Procellaridae*, Sturmvögel. Möven-ähnliche Vögel mit Rostrum compositum. Die Nasenöffnungen röhrig verlängert. An den Schwimmfüssen fehlt die Hinterzehe ganz oder ist auf einen Stummel reducirt. Zu gemeinsamen Brutplätzen wählen sie klippige und felsige Küsten, auf denen das Weibchen ein Ei ablegt und mit dem Männchen abwechselnd bebrütet. Die Jungen werden noch eine Zeit lang gefüttert. *Diomedea exulans* L., Albatros, südliche Meere. *Procellaria glacialis* L., Eissturmvogel, vom arktischen Meere bis zu den norddeutschen Küsten (Fig. 812). *Thalassidroma pelagica* L., St. Petersvogel, Sturmvogel, Atlantischer Ocean.

Fig. 812.



Procellaria glacialis, nach Naumann.

Fig. 813.

Aptenodytes patagonica, aus Brehm.

4. Gruppe. *Steganopodes.* Fam. *Steganopodes*, Ruderfüsser. Grosse Schwimmvögel mit kleinem Kopf, wohl entwickelten, oft langen und spitzen Flügeln, mit Ruderfüssen (Fig. 805*n*). *Pelecanus onocrotalus* L., Pelikan. *Haliaeus carbo* Dumt., Cormoran. *Tachypetes aquila* L., Fregattvogel. *Sula bassana* L., Tölpel, Nordeuropa. *Phaëton aethereus* L., Tropikvögel.

5. Gruppe. *Pygopodes*, Steissfüsser. Fam. *Colymbidae*, Taucher. Kopf mit spitzem, geradem Schnabel. Der frei vorstehende Lauf ist seitlich stark comprimirt. Die Füsse sind Schwimmfüsse oder gespaltene Schwimmfüsse (Fig. 805*l*). *Podiceps cristatus* L., grosser Haubentaucher. *P. minor* Gm., *Colymbus glacialis* L., Eistaucher.

Fam. *Alcidae*, Alken. Flügel kurz, zum Fluge wenig tauglich, aber bereits mit kleinen Schwungfedern. Die Schwimmfüsse mit rudimentärer oder ohne Hinterzehe. Haben ihre gemeinsamen Brutplätze an den Küsten (Vogelberge), wo sie ihre Eier einzeln in Erdlöchern oder Nestern ablegen und die ausschlüpfenden Jungen auffüttern. *Alca impennis* L., Riesenalk. Gegenwärtig ausgerottet. *A. torda* L., Tordalk. *Mormon arcticus* Ill.

(*fratercula* Temm.). Larventaucher. *Uria troile* Lath., dumme Lumme. *U. grylle* Cuv., Grylllumme.

6. Gruppe, *Impennes*. Fam. *Impennes*, Pinguine. Flügel ohne Schwungfedern, flossenähnlich, mit kleinen, schuppenartigen Federn bedeckt. Der Schwanz kurz mit steifen Federn. Die kurzen Schwimmfüsse besitzen eine verkümmerte, nach vorne gerichtete Hinterzehe und sind so weit nach hinten gerückt, dass der Körper auf dem Lande fast senkrecht getragen wird. Sind vorzügliche Schwimmtaucher. Stehen zur Brutzeit in aufrechter Haltung und in langen Reihen — sogenannten Schulen — geordnet. Sie legen in eine Erdvertiefung nur ein Ei ab, welches sie in aufrechter Stellung bebrüten, aber auch zwischen den Beinen im Federpelze mit sich forttragen können. Beide Geschlechter betheiligen sich am Brutgeschäfte. *Aptenodytes patagonica* Forst., Königstaucher. (Fig. 813.) *Spheniscus demersus* L., Brillentaucher, Südafrika und Amerika. *Eudyptes chrysocoma* L., Südsee, Patagonien.

2. Ordnung. **Grallatores, Sumpfvögel, Stelzvögel.**

Vögel mit langem dünnen Halse und langem Schnabel, mit verlängerten Wadbeinen.

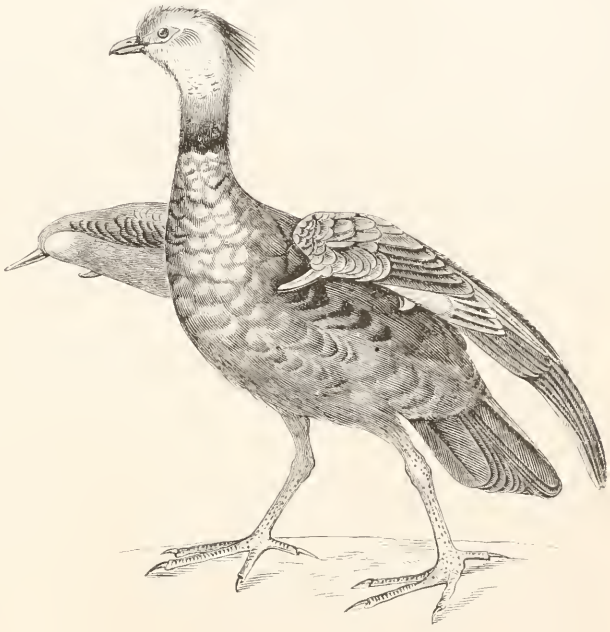
Die Stelzvögel besitzen, von einigen Ausnahmen abgesehen, hohe Stelzfüsse mit grossentheils nackter, frei aus dem Rumpfe vorstehender Schiene und sehr langem, oft getäfeltem oder geschientem Lauf. Nur wenige haben Laufbeine und sind Landvögel (Trappe), einzelne (Wasserhühner) schliessen sich in ihrer Lebensweise und durch die Kürze der Beine und Bildung der Zehen den Schwimmvögeln an, schwimmen und tauchen gut, fliegen aber schlecht. Der bedeutenden Höhe der Beine entspricht ein langer Hals und meist auch ein langer Schnabel. Uebrigens variirt die Grösse und Form des letzteren sehr mannigfach; da, wo besonders kleinere Würmer, Insectenlarven und Weichthiere aus dem Schlamme und loser Erde aufgesucht werden, ist der Schnabel lang, aber verhältnissmässig schwach und weich und endet mit einer nervenreichen empfindlichen Spitze; in anderen Fällen erscheint derselbe sehr stark, kantig, hart und zum Raube von Fischen und Fröschen, selbst auch kleinen Sängern geeignet, endlich in den bereits erwähnten Uebergangsgruppen nach Art des Hühnerschnabels kurz und stark, mit etwas gewölbter Kuppe, zu einer omnivoren Nahrungsweise eingerichtet. Auch die Füsse zeigen sich nach der Grösse und Verbindung der Zehen sehr verschieden. Die Flügel erlangen meist eine mittlere Grösse, der Schwanz dagegen bleibt kurz, das Gefieder erscheint mehr gleichförmig und einfach, nur selten mit prachtvollem und glänzendem Farbenschmuck. Die Stelzvögel sind bezüglich ihrer Nahrung auf das Wasser angewiesen, diesem jedoch in anderer Weise angepasst als die Schwimmvögel. Sie leben mehr in sumpfigen Districten, am Ufer der Flüsse und Seen und durchschreiten seichte Stellen, um Schnecken und Gewürm, oder Frösche und Fische aufzusuchen. Sie sind Zug- oder Strichvögel der gemässigten Gegenden, leben paarweise in Monogamie und bauen kunstlose Nester auf der Erde, am Ufer oder auf Bäumen und Häusern, seltener auf dem Wasser und sind theils Nesthocker, theils Nestflüchter.

1. Gruppe. *Brevirostres*. Fam. *Charadriidae*, Läufer. Mit ziemlich dickem Kopfe, kurzem Halse und mittellangem hartrandigen Schnabel. *Cursorius europaeus* = *C. isabellinus* M., Nordafrika und Südeuropa. *Oedicnemus crepitans* Temm., Steppen im Süden Europas, Afrikas und Westasiens, auch auf grossen Brachfeldern Deutschlands. *Charadrius auratus* Suck., Goldregenpfeifer. Bewohner der Tundra. *Vanellus cristatus* M., Kibitz. Deutschland und Holland. *Haematopus ostralegus* L., Austernfischer.

Fam. *Rallidae*, Wasserhühner. Führen theils zu den Schwimmvögeln, theils zu den Hühnervögeln hin. *Rallus aquaticus* L., Wasserralle, Nord- und Mitteleuropa bis Mittelasien. *Crex pratensis* L., Wiesenschnarre oder Wachtelkönig. *Cr. porzana* L., Rohrhuhn. Europa. *Parra jacana* L., Amerika. *Gallinula chloropus* Lath., Teichhuhn. *Fulica atra* L., Blesshuhn. Auf schilfbewachsenen Seen und Teichen Europas.

Fam. *Alectoridae*, Hühnerstelzen. Vermitteln den Uebergang der Sumpfvögel zu den Hühnervögeln, indem sie mit den ersteren die langen Beine, mit den letzteren die Schnabelform und Lebensweise gemeinsam haben. *Otis tarda* L., Trappe, lebt als Strichvogel in den Feldern des südöstlichen Europas mit ein oder zwei Weibchen zusammen. *O. tetrax* L., mehr im Süden. *Dicholophus cristatus* Ill., Cariama, in Brasilien, lebt von Eidechsen und Schlangen wie der Stelzgeier in Südafrika. *Psophia crepitans* L., Trompetenvogel, Südamerika. *Palamedea cornuta* L., Wehrvogel. Flügel mit Sporen bewehrt. *Chauna chavaria* Ill., Hirtenvogel. (Fig. 814.) Mit Sporen an den Flügeln. Wird gezähmt. Trägt seinen Namen von seiner Verwendung als Hüter und Beschützer der Hühner- und Gänseheerden. Südamerika.

Fig. 814.



Chauna chavaria (règne animal).

2. Gruppe. *Longirostres*. Fam. *Scolopacidae*, Schnepfenvögel. Kopf mittelgross, stark gewölbt, mit langem dünnen und meist weichem, von nervenreicher Haut überkleidetem Schnabel. *Totanus hypoleucus* Temm., Sandpfeifer. *Recurvirostra avocetta* L., Säbelschnäbler (Fig. 807 *h*). *Tringa cinerea* Gm. *Machetes pugnax* Cuv., Kampfhahn. *Scolopax rusticola* L., Waldschnepfe. *Gallinago media* Gray, Sumpfschnepfe, Becassine. *G. gallinula* L., Moorschnepfe, von Lerchengrösse. *Numenius arquatus* L., grosser Brachvogel. Hierher gehören auch die Wassertreter (*Phalaropus*), deren Männchen die Eier ausbrüten.

3. Gruppe. *Herodii*. Fam. *Ardeidae*, Reihervögel. Grosse Stelzvögel mit kräftigem gestreckten Leib, langem Hals und kleinem, theilweise nacktem Kopf. Schnabel kräftig, ohne Wachshaut, mit scharfen, harten Rändern, an der Spitze zuweilen gebogen, selten löffelförmig verbreitert. (Fig. 807 *b*.) Die hohen, weit über die Ferse hinaus nackten Beine meist mit ganz gehefteten Füssen, deren Hinterzehe den Boden berührt. *Ibis rubra*

Vieill., Scharlachibis. Mittelamerika. *I. religiosa* Cuv., der heilige Ibis. *Falcinellus igneus* Gray, Sichelreiher. *Platalea leucorodia* L., Löffelreiher. *Balaeniceps rex* Gould., Schuhschnabel (Fig. 807 *l*), *Ardea cinerea* L. *A. purpurea* L., Südeuropa. *Herodias alba* L., Silberreiher.

Fam. *Pelargi*, Störche. Mit kleiner kurzer, bekrallter und höher eingelenkter Hinterzehe. *Ciconia alba* L., Storch. *Mycteria senegalensis*, Sattelstorch. *Leptoptilus argala* Temm., Marabu. *Anastomus lamelligerus* Temm., Klaffschnabel, Ostindien. (Fig. 807 *m*.) *Grus cinerea* Bechst., gemeiner Kranich.

3. Ordnung. **Gallinacei = Rasores, Hühnervögel.**

Land- und Erdvögel von mittlerer, zum Theil bedeutender Körpergrösse, von gedrungenem Baue, mit kurzen abgerundeten Flügeln, starkem, meist gewölbtem und an der Spitze herabgebogenem Schnabel und kräftigen Sitzfüssen, meist Nestflüchter.

Die Hühner-artigen Vögel besitzen im Allgemeinen einen gedrungenen, reich befiederten Körper mit kleinem Kopf und kräftigem Schnabel, kurzem oder mittellangem Hals, meist kurzen abgerundeten Flügeln, mittelhohen Beinen und wohlentwickeltem, aus zahlreichen Steuerfedern zusammengesetztem Schwanz. Oft finden sich am Kopfe nackte Stellen, sowie schwellbare Kämme und Hautlappen, letztere vornehmlich als Auszeichnungen des männlichen Geschlechtes. Der Schnabel bleibt an seiner Basis weichhäutig und mit Federn bekleidet, zwischen denen eine häutige oder knorpelige Schuppe als Bedeckung der Nasenlöcher hervortritt. Das Gefieder der Hühnervögel ist derb und straff, oft schön gezeichnet und mit reichen, metallisch glänzenden Farben geziert (Männchen). Die Zahl der Steuerfedern erhebt sich meist über 12 und steigt bis 18 und 20. Die Flügel sind in der Regel kurz und abgerundet. Daher erscheint der Flug schwerfällig; nur die Steppenhühner fliegen rasch und mit geschickten Wendungen. Die kräftigen, niedrigen oder mittelhohen Beine sind meist bis zur Fussbeuge, selten bis zu den Zehen befiedert. Oberhalb der hocheingelenkten Hinterzehe findet sich oft am Lauf des Männchens ein spitzer Sporn, welcher dem Thiere als Waffe dient. Die Hühner halten sich vornehmlich auf dem Boden auf, theils in Wäldern, theils auf Feldern, auf grasreichen Ebenen, vom hohen Gebirge an bis zur Meeresküste herab. Zum andauernden Laufen vorzüglich tauglich, suchen sie ihren Lebensunterhalt auf dem Boden, ernähren sich besonders von Beeren, Knospen und Körnern, indessen auch von Insecten und Gewürm; sie bauen auch ihr kunstloses Nest meist auf der flachen Erde oder in niedrigem Gestrüpp, seltener auf hohen Bäumen und legen in dasselbe eine grosse Zahl von Eiern ab. In der Regel lebt der Hahn mit zahlreichen Hennen vereint und kümmert sich weder um Nestbau, noch um Brutpflege. Sind meist Nestflüchter. Die Hühner erweisen sich als leicht zähmbar und wurden daher sowohl des wohlschmeckenden Fleisches, als der Eier halber schon seit den ältesten Zeiten als Hausthiere nutzbar gemacht.

1. Gruppe. Fam. *Penelopidae*, Baumhühner. Grosse, hochbeinige Baumvögel mit wohlgebildeten Schwingen und langem, abgerundetem Schwanz, durch die Bildung

des ausstülpbaren Penis an die dreizehigen Strausse sich anschliessend. *Crax alector* L., Hokko, Südamerika. *Urax pauxi* L., *U. galeata* Cuv., Mexico. *Penelope cristata* Gm., Jaku, Brasilien. *Meleagris mexicana* Gould., Stammform des *M. gallopavo*, Truthahns.

2. Gruppe. *Crypturi*, Steisshühner. Fam. *Cryptur idae*, Tenamus. Kurzschwänzige oder der Steuerfedern ganz entbehrende Hühnervögel mit kleiner Hinterzehe. Sind wie die Strausse *Schizognathen*, indem die Gaumenbeine vom Vomer und der Mittellinie entfernt bleiben.

3. Gruppe. *Megapodiidae*, Grossfusshühner. Fam. *Megapodiidae*. Hochbeinige Hühner von mittlerer Grösse, mit kurzem, breitem Schwanz und grossen, stark bekrallten Wandelfüssen, deren lange Hinterzehe in gleicher Höhe mit den Vorderzehen eingelenkt ist. Legen ihre grossen Eier in einen Haufen zusammengetragener Pflanzentheile, die in Fäulniss gerathen, oder in Vertiefungen des Sandes. Die Jungen schlüpfen bereits mit dem Federkleide aus dem Ei. *Megacephalon maleo* Temm., Maleo, auf Celebes. *Megapodius tumulus*, Fusshuhn, im nordöstlichen Neuholland.

4. Gruppe. *Phasianomorphae*. Fam. *Phasianidae*, echte Hühner. Der theilweise, besonders in der Wangengegend, unbefiederte Kopf ist häufig mit gefärbten Kämmen, Hautlappen oder Federbüschen geziert und besitzt einen mittellangen, stark gewölbten Schnabel mit kuppig herabgebogener Spitze. Beide Geschlechter sind auffallend verschieden, das männliche grösser und reicher geschmückt. Bewohner der alten Welt. *Gallus bankiva* Temm., Bankivahahn, Sunda-Inseln. *Lophophorus refulgens* Temm., Glanzfasan, Himalaya. *Phasianus colchicus* L., gemeiner Fasan. *Ph. pictus* L., Goldfasan. *Ph.* (*Gallophasis*) *nycthemerus* L., Silberfasan, China. *Pavo cristatus* L., Pfau. *Argus giganteus* Temm., Argusfasan, Malacca, Borneo. *Numida meleagris* L., Perlhuhn, Nordafrika.

5. Gruppe. *Tetraonomorphae*. Fam. *Tetraonidae*, Feldhühner. Der Körper ist gedrungen, der Hals kurz, der Kopf klein und befiedert, höchstens mit einem nackten Streifen über dem Auge. Beine niedrig, meist bis auf die Zehen herab befiedert. *Tetrao urogallus* L., Auerhahn. *T. tetrix* L., Birkhuhn. Bastarde zwischen beiden Arten als *T. medius* Meyer bekannt. *T. bonasia* L., Haselhuhn. *Lagopus albus* Vieill., Moosschneehuhn, Scandinavien. *L. alpinus* Nilss., Alpenschneehuhn. *Perdix cinerea* Briss., Rebhuhn. *P. saxatilis* M. W., Steinhuhn. *P. rubra* Temm., Rothhuhn. *Coturnix dactylisonans* Meyer, Wachtel.

Fam. *Pteroclidae*, Flughühner. Kleine Hühner mit kleinem Kopf, kurzem Schnabel, niedrigen, schwachen Beinen, langen spitzen Flügeln und keilförmigem Schwanz. Die kurzzehigen Füsse mit hochsitzender, stummelförmiger Hinterzehe oder ohne die letztere. *Pterocles alchata* Gray, in Kleinasien und Afrika. *Syrrhaptes paradoxus* Pall., Fausthuhn, in den Steppen der Tartarei, seit einigen Jahren im nördlichen Deutschland.

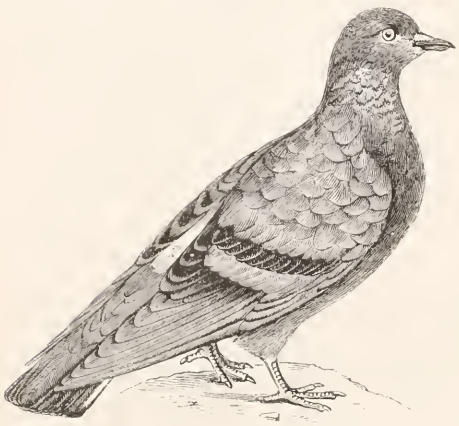
4. Ordnung. **Columbinae, Tauben.**

Nesthocker mit schwachem, weichhäutigem, in der Umgebung der Nasenöffnungen blasig aufgetriebenem Schnabel, mit mittellangen zugespitzten Flügeln und niedrigen Spaltfüssen.

Die Tauben schliessen sich am nächsten den Wüstenhühnern an und sind Vögel von mittlerer Grösse mit kleinem Kopf, kurzem Hals und niedrigen Beinen. Der Schnabel ist länger als bei den Hühnern, aber schwächer und an der hornigen, etwas aufgeworfenen Spitze sanft gebogen. (Fig. 807 *k*.) An der Basis des Schnabels erscheint die schuppige Decke der Nasenöffnungen bauchig aufgetrieben, nackt und weichhäutig. Die mässig langen, zugespitzten Flügel befähigen zu einem raschen und gewandten Fluge. Der schwach gerundete

Schwanz enthält meist 12, selten 14 oder 16 Steuerfedern. Das straffe, schön gefärbte Gefieder liegt dem Körper glatt an und zeigt sich nach dem Geschlechte kaum verschieden. Die niedrigen Beine sind nicht zum schnellen und anhaltenden Laufe tauglich und enden mit Spaltfüssen oder Wandelfüssen, deren wohl entwickelte Hinterzehe dem Boden aufliegt. Die Tauben besitzen einen paarigen Kropf, der zur Brutzeit bei beiden Geschlechtern ein rahmartiges Secret zur Aetzung der Jungen absondert. Ueber alle Erdtheile verbreitet, halten sie sich paarweise oder zu Gesellschaften vereint mehr in Waldungen auf und nähren sich fast ausschliesslich von Körnern und Sämereien. Die im Norden lebenden Arten sind Zugvögel, die anderen Strich- und Standvögel. Sie leben in Monogamie und legen zwei, selten drei Eier in ein kunstlos gebautes Nest. Am Brutgeschäft betheiligen sich beide Geschlechter. Die Jungen verlassen das Ei fast ganz nackt, mit geschlossenen Augenlidern und bedürfen als Nesthocker geraume Zeit hindurch der mütterlichen Pflege.

Fig. 815.



Columba livia, nach Naumann.

Fig. 816.

Didunculus strigirostris.

Fam. *Columbidae*. Schnabel stets ungezähnt mit glatten Rändern. *Columba livia* L. (Fig. 815), Felstaube, schieferblau, mit weissen Deckfedern der Schwanzwurzel, zwei schwarzen Flügelbinden und schwarzer Schwanzbinde. Stammform der zahlreichen Racen der Haustaube. Nistet auf Felsen und Ruinen und ist von den Küsten des Mittelmeeres an weit über Europa und Asien verbreitet. *C.* (*Palumboenas*) *oenas* L., Holztaube. *Palumbus torquatus* Leach., Ringeltaube. *Ectopistes migratorius* L., Wandertaube, Nordamerika. *Turtur auritus* Bp., Turteltaube. *T. risorius* Sws. *Goura coronata* Flem., Krontaube, Neuguinea.

Fam. *Didunculidae*. Der comprimirte Schnabel am Unterkiefer gezähnt, mit hakig übergreifender Spitze. *Didunculus strigirostris* Gould., Zahntaube, Samoa- und Schiffer-Inseln. (Fig. 816.)

An diese Familie anschliessend, hat man die ausgestorbenen Dronten, *Ineptae*, zu den taubenartigen Vögeln gestellt. Dieselben waren zur Zeit Vasco

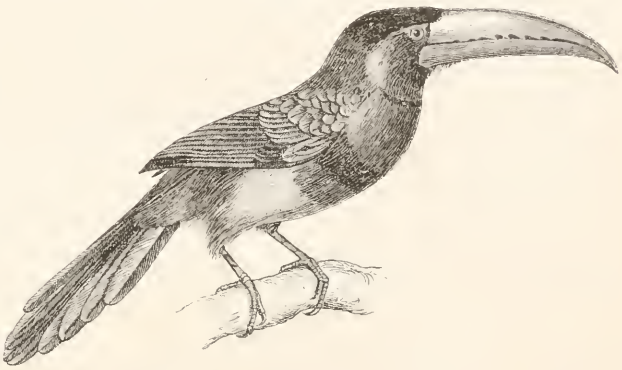
de Gama's auf einer kleinen Insel an der Ostküste Afrikas und auf den Mascarenen noch häufig, sind aber seit zwei Jahrhunderten aus der Reihe der lebenden Vögel verschwunden. Soweit wir die Erscheinung des Vogels aus den in Oxford und Kopenhagen aufbewahrten Resten von Schädel, Schnabel und Beinen und aus älteren Beschreibungen, insbesondere nach einem im Britischen Museum aufbewahrten Oelgemälde beurtheilen können, war der *Dodo* [1]) (*Didus ineptus* L.) ein unbeholfener Vogel, grösser als der Schwan, mit zerschlissenem Gefieder, kräftigen vierzehigen Scharrfüssen und starkem tiefgespaltenen Schnabel.

5. Ordnung. **Scansores, Klettervögel.**

Nesthocker mit kräftigem Schnabel, straffem dunenarmen Gefieder und Kletterfüssen.

Man vereint in dieser künstlich begrenzten Ordnung eine Anzahl verschiedenartiger Vogelgruppen, welche wesentlich nur im Bau der Füsse übereinstimmen und dementsprechend vornehmlich nur zum Klettern befähigt erscheinen, indess auch in der Art dieser Bewegung mehrfach auseinander weichen und in mehreren Familien der Gangvögel ihre nächsten Verwandten haben. Der Schnabel ist überaus kräftig, bald lang, geradgestreckt und kantig, zum Hämmern und Meisseln an Bäumen geeignet (Spechte), bald kurz und hakig gekrümmt (Papageien), oder von colossaler Grösse und mit gezähnten Kanten (Tukan). Die Beine enden mit langzehigen Kletterfüssen (Fig. 805 *b*), deren Aussenzehe in einigen Fällen als Wendezehe nach vorne gedreht werden kann, und sind am Laufe selten befiedert, häufiger vorne mit Halbgürteln und Schienen, hinten mit Täfelchen besetzt. Die Flügel bleiben verhältnissmässig kurz; der Schwanz kommt zuweilen als Stemmschwanz beim Klettern in Verwendung. Die meisten bewohnen Waldungen, nisten in hohlen Bäumen und nähren sich von Insecten, einzelne aber auch von kleinen Vögeln, andere von Früchten und Pflanzenstoffen.

Fig. 817.



Pteroglossus Azarae (règne animal).

1. Gruppe. *Grandirostres*, Tukane. Fam. *Rhamphastidae*, Pfefferfresser. Rabenähnliche Vögel mit colossalem, zahnrandigem Schnabel und fiederspaltiger Hornzunge. (Fig. 817.) *Rhamphastus toco* L., *Pteroglossus Aracari* Ill., Brasilien.

[1]) Vergl. R. Owen, Mem. on the Dodo. London, 1866. Derselbe, On the Osteology of the Dodo, 2 parts. London, 1867—71.

2. Gruppe. *Caluri*, Glanzvögel. Fam. *Trogonidae*. Schnabel kurz und stark, mit meist gezähnten Rändern und weiter Mundspalte, mit Borsten am Mundwinkel. Gefieder der Männchen mit metallischem Glanz. *Trogon curucui* L., Brasilien. *Calurus resplendens* Gould., Centralamerika. Hier schliessen sich die Gattung *Galbula* und die Bartvögel (*Bucco*) an.

3. Gruppe. *Cuculi*, Kukuke. Fam. *Cuculidae*. Mit sanft gebogenem, tief gespaltenem Schnabel, langen, spitzen Flügeln, keilförmig zugespitztem Schwanz und Wendezehe an den Kletterfüssen. *Cuculus canorus* L., europäischer Kukuk, sperberartig mit gewelltem Gefieder. *Coccystes glandarius* L., Heherkukuk, im südlichen Europa.

Hier schliessen sich die *Musophagiden* an. *Corythaix persa* L., Guinea. *Musophaga violacea* Isert, Westafrika. Bei *Colius* ist die Aussen- und Innenzehe Wendezehe.

4. Gruppe. *Pici*, Spechte. Fam. *Picidae*. Kräftig gebaute Klettervögel mit starkem, meisselförmigem, vorne zugespitztem Schnabel ohne Wachshaut, mit quergeschildertem Lauf, stark bekrallten Füssen und festem Schwanz. Die lange und platte hornige Zunge trägt an ihrem Ende pfeilartig kurze Widerhaken und kann in Folge eines eigenthümlichen Mechanismus des Zungenbeines weit vorgeschnellt werden. Die Zungenbeinhörner reichen, in weitem Bogen gekrümmt, über den Schädel bis zur Schnabelbasis. *Picus martius* L., Schwarzspecht, Europa und Asien. *P. major* L., *P. medius* L., *P.* (*Piculus*) *minor* L., Buntspechte Europas. *P. tridactylus* L., *P. viridis* L., Grünspecht. *P. canus* Gm., Grauspecht. *Iynx torquilla* L., Wendehals.

5. Gruppe. *Psittaci*, Papageien. Fam. *Psittacidae*. Klettervögel der wärmeren Klimate, mit dickem, stark gekrümmtem Schnabel, fleischiger Zunge und kräftigen, kurzläufigen Beinen, deren paarzehige Füsse handartig zum Ergreifen der Nahrung benutzt werden. Der gezähnte Oberschnabel ist an seiner mit dem Stirnbein gelenkig verbundenen Wurzel von einer Wachshaut bedeckt und greift mit langer, hakenförmiger Spitze über den kurzen und breit abgestutzten Unterschnabel über. Die meisten gehören Amerika, viele auch den Molukken und Australien an. Aermer an Papageien sind Polynesien, Neuseeland und Afrika.

Plictolophinae, Cacadus. Kopf meist mit beweglicher Scheitelhaube. *Plictolophus leucocephalus* Less., goldschöpfiger Cacadu. *Nymphicus Novae Hollandiae* Gray. *Calyptorhynchus galeatus* Lath., Helmcacadu, Van-Diemensland.

Platycercinae, Sittige. Mit mässig spitzen, selten abgerundeten Flügeln und langem, stufigem Keilschwanz. *Sittace militaris* L., Mexico. *Palaeornis Alexandri* L., Ceylon. *Melopsittacus undulatus* Shaw., Wellenpapagei, Australien. *Pezoporus formosus* Lath., Erdpapagei, Australien, *Platycercus Pennantii* Lath., Australien.

Psittacinae, Schwanz kurz abgestutzt oder abgerundet. *Psittacus erithacus* L., Jaci, Westafrika. *Psittacula passerina* L., Zwergpapagei, Brasilien.

Trichoglossinae, Loris. Zungenspitze pinselförmig, mit federförmigen Hornpapillen. *Trichoglossus papuensis* L., Neuguinea. *Nestor meridionalis* L., Neuseeland.

Strigopinae, Nachtpapageien. Von Eulen-ähnlichem Habitus, mit halbem Federschleier. *Strigops habroptilus* Gray, Neuseeland.

6. Ordnung. **Passeres (Insessores), Gangvögel.**

Nesthocker mit hornigem, der Wachshaut entbehrendem Schnabel, getäfeltem oder gestiefeltem Laufe, mit Wandel-, Schreit- oder Klammerfüssen, häufig mit Singmuskelapparat.

Die Vögel, welche wir in dieser umfangreichen Ordnung zusammenfassen, haben bei einer geringen Durchschnittsgrösse und einer überaus verschiedenen Schnabelform ein treffliches Flugvermögen, bewegen sich hüpfend, seltener

schreitend auf dem Erdboden und halten sich vorzugsweise auf Bäumen und im Gesträuch auf. Gewöhnlich werden sie nach dem Besitze eines Singmuskelapparates in zwei Ordnungen gesondert: als *Oscines* oder Singvögel und *Clamatores* oder Schreivögel, eine Trennung, die umso künstlicher erscheint, als sich in beiden Gruppen die nämlichen Typen der Schnabelform und gesammten Körpergestaltung wiederholen. Zu minder künstlichen Gruppen dürfte die Verwerthung der Schnabelform führen. Die bei Weitem meisten Gangvögel leben in Monogamie, oft in Schwärmen und Gesellschaften vereinigt, viele bauen überaus kunstreiche Nester und sind Zugvögel.

1. Gruppe. *Levirostres, Leichtschnäbler.* Schreivögel mit grossem, aber leichtem Schnabel, kurzen schwachen Beinen und Schreit- oder Spaltfüssen, die zum Umklammern von Zweigen geeignet sind.

Fam. *Buceridae,* Nashornvögel. Raben-ähnliche Vögel von bedeutender Grösse, mit colossalem, überaus leichtem, gezähneltem und abwärts gekrümmtem Schnabel und hornartigem Aufsatz am Grunde des Oberschnabels. *Bucorvus abyssinicus* Gm., *Buceros rhinoceros* L., Sumatra.

Fam. *Halcyonidae,* Eisvögel. Mit grossem Kopf und langem, gekieltem, kantigem Schnabel, verhältnissmässig kurzen Flügeln und kurzem Schwanz. Läufe niedrig, mit Schreitfüssen. *Alcedo ispida* L., Europa. *Ceryle rudis* L., Graufischer, Afrika. *Dacelo gigas* Glog., Australien.

Fam. *Meropidae,* Bienenfresser. Mit langem, sanft abwärts gebogenem und comprimirtem Schnabel, buntem Gefieder und schwachen Beinen. Flügel zugespitzt, mit langen Deckfedern. *Merops apiaster* L., südliches Europa.

Fam. *Coracidae,* Racken. Grosse, schön gefärbte Vögel, mit scharfrandigem, tief gespaltenem und an der Spitze übergebogenem Schnabel, langen Flügeln und Spaltfüssen. *Coracias garrula* L., Blauracke, Mandelkrähe.

2. Gruppe. *Tenuirostres, Dünnschnäbler.* Schreivögel und Singvögel mit dünnem, langem Schnabel und Wandel- oder Spaltfüssen mit langer Hinterzehe.

Fam. *Upupidae,* Wiedehopfe. Schön gefärbte Schreivögel mit langem, seitlich comprimirtem Schnabel, kurzer, dreieckiger Zunge und langen, stark gerundeten Flügeln. *Upupa epops* L., Wiedehopf.

Fam. *Trochilidae,* Kolibris. Die kleinsten aller Vögel, mit buntem, metallglänzendem, oft schillerndem Gefieder und zierlichen Wandel- oder Spaltfüssen. Der lange pfriemenförmige Schnabel stellt durch die überragenden Ränder des Oberschnabels eine Röhre dar, aus welcher die bis zur Wurzel gespaltene lange Zunge vorgeschnellt werden kann. *Rhamphodon naevius* Less., Brasilien. *Phaëthornis superciliosus* Sws., Brasilien. *Trochilus colubris* L., *Lophornis magnifica* Pp., Brasilien.

Fam. *Meliphagidae,* Honigsauger. Kleine prachtvoll gefärbte Vögel von gedrungenem Körperbau, mit Singmuskelapparat, mit gestrecktem, sanft gebogenem Schnabel, hochläufigen Beinen, mittellangen Flügeln und langem Schwanz. *Meliphaga auricornis* Sws., Australien. *Nectarinia famosa* Ill., *N.* (*Cinnyris*) *splendida* Cuv., Südafrika.

Fam. *Certhiadae,* Baumläufer. Singvögel mit langem, wenig gebogenem Schnabel, spitzer Hornzunge, getäfeltem Lauf und langer, scharf bekrallter Hinterzehe. *Certhia familiaris* L., Baumläufer. *Tichodroma muraria* Ill., Mauerläufer.

3. Gruppe. *Fissirostres, Spaltschnäbler.* Mit kurzem Hals, abgeflachtem Kopf und tief gespaltenem Schnabel (Fig. 807 *q*), mit langen, spitzen Flügeln und schwachen Wandel- oder Klammerfüssen (Fig. 805 *a*). Sie fliegen überaus

schnell und gewandt und fangen ihre Nahrung, insbesondere Fliegen, Netzflügler und Schmetterlinge, im Fluge mit geöffnetem Schnabel. Leben vornehmlich in wärmeren Klimaten.

Fam. *Hirundinidae*. Schwalben. Kleine, zierlich gestaltete Singvögel mit breitem, dreieckigem, an der Spitze zusammengedrücktem Schnabel, neun Handschwingen und langem Gabelschwanz. Sind über alle Erdtheile verbreitet und fertigen als „Kleiber" ein kunstvolles Nest. Die europäischen überwintern in Mittelafrika. *Hirundo* L., Schnabel kurz, dreiseitig. Lauf nackt. Erste und zweite Schwinge gleich lang. *H. rustica* L., Rauchschwalbe. *H.* (*Chelidon* Boie. Lauf befiedert) *urbica* L., Hausschwalbe. *H.* (*Cotyle* Boie. Nasenlöcher frei, Schwanz wenig ausgeschnitten, mässig lang) *riparia* L., Uferschwalbe, nistet in selbstgegrabenen Erdlöchern am Ufer. *H. rupestris* Scop., Felsenschwalbe, südliches Frankreich.

Fam. *Cypselidae*, Segler. Schwalben-ähnliche Schreivögel mit schmalen, säbelförmig gebogenen Flügeln, kurzen befiederten Läufen und stark bekrallten Klammerfüssen, zuweilen mit nach innen gerichteter Hinterzehe. *Collocalia esculenta* L., Salangane in Ostindien. *Cypselus apus* L., Thurmschwalbe. *C. melba* L. (*alpinus*), Alpenschwalbe.

Fam. *Caprimulgidae*, Nachtschwalben, Ziegenmelker. Schreivögel mit kurzem, ungemein flachem, dreieckigem Schnabel, von Lerchen- bis Rabengrösse, mit weichem, eulenartigem, nach Art der Baumrinde gefärbtem Gefieder. Die Beine sind sehr schwach und kurz, am Fusse richtet sich die Hinterzehe halb nach innen, kann aber auch nach vorne gewendet werden. Die Mittelzehe ist lang und trägt zuweilen eine kammförmig gezähnelte Kralle. Leben vorzugsweise im Walde und nähren sich insbesondere von Nachtschmetterlingen, die sie während des raschen, leisen Fluges mit offenem Rachen erbeuten. Sie legen in der Regel zwei Eier auf dem flachen Erdboden. *Caprimulgus* L. Mundspalte bis dicht unter die Augen reichend. Rand des ungezähnten Schnabels von steifen Borsten eingefasst. *C. europaeus* L., Ziegenmelker. *C. ruficollis* Temm., in Spanien.

4. Gruppe. *Dentirostres*, *Zahnschnäbler*. Vorwiegend Singvögel mit verschieden gestaltetem, oft pfriemenförmigem, zuweilen schwach gebogenem Schnabel, dessen Oberschnabel an der Spitze mehr oder minder ausgeschnitten ist. An den mittellangen Flügeln verkümmert die erste der zehn Handschwingen, kann auch wohl ganz fehlen.

Fam. *Corvidae*, Raben. Schnabel stark und dick, vorne etwas gekrümmt und leicht ausgebuchtet. *Corvus corax* L., Kolkrabe. *C. cornix* L., Nebelkrähe. *C. corone* L., Rabenkrähe. *C. frugilegus* L., Saatkrähe. *C. monedula* L., Dohle. *Pica caudata* Ray, Elster. *Garrulus glandarius* L., Eichelheher. *Oriolus galbula* L., Pirol.

Fam. *Paradiseidae*, Paradiesvögel. Mit sanft gebogenem, comprimirtem Schnabel. Füsse sehr stark und grosszehig. Die beiden mittleren Steuerfedern oft fadenförmig verlängert und nur an der Spitze mit kleiner Fahne. Männchen mit Büscheln zerschlissener Federn an den Seiten des Körpers und auch an Hals und Brust. *Paradisea apoda* L., *Cincinnurus regius* L., Neuguinea. (Fig. 818.)

Fam. *Sturnidae*, Staare. Singvögel mit geradem oder wenig gebogenem, starkem Schnabel, dessen Spitze selten auch nur schwach eingekerbt ist, ohne Bartborsten. *Sturnus vulgaris* L., der gemeine Staar. *Pastor roseus* Temm., Staaramsel. *Buphaga africana* L., Madenhacker.

Hier schliessen sich der Trupial (*Icterus jamacai* Daud.), Brasilien, ferner die *Cotingiden*, Schmuckvögel, an: *Pipra aureola* L., Cayenne. *Rupicola crocea* Bp., Südamerika, und *Cotinga cayana* Geoffr., Cayenne.

Fam. *Laniadae*, Würger. Grosse kräftige Singvögel mit hakig gebogenem, stark gezähntem Schnabel, starken Bartborsten und mässig hohen, scharf bekrallten Füssen.

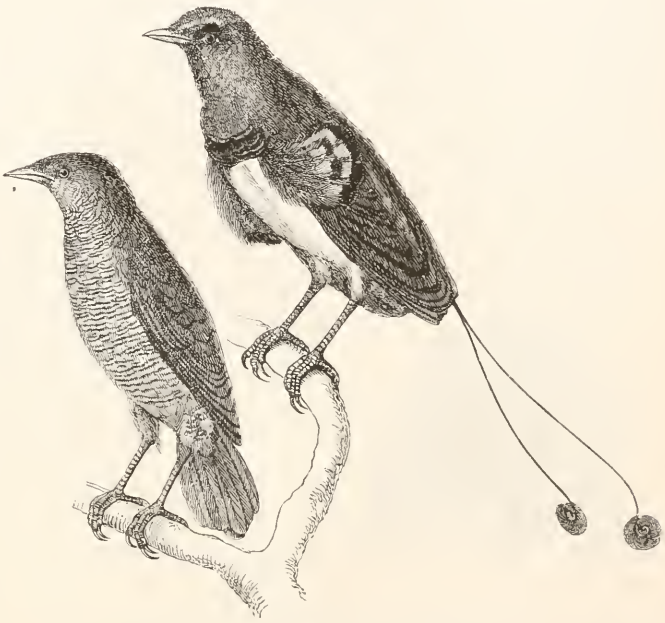
Lanius excubitor L., grosser Würger. *L. minor* L., schwarzstirniger Würger. *L. rufus* Briss., rothköpfiger Neuntödter. *L. collurio* L., Neuntödter.

Fam. *Muscicapidae*, Fliegenfänger. Schnabel kurz, an der Basis breit und niedergedrückt, vorne etwas comprimirt, mit hakiger eingekerbter Spitze. *Muscicapa grisola* L., *M. atricapilla* L., *M. collaris* Bechst. (*albicollis*). *Bombycilla garrula* L., Seidenschwanz.

Fam. *Paridae*, Meisen. Kleine, schöngefärbte und überaus bewegliche Sänger von gedrungenem Körperbau, mit spitzem, kurzem, fast kegelförmigem Schnabel. *Parus major* L., Kohlmeise. *P. ater* L., Tannenmeise. *P. coeruleus* L., Blaumeise. *P. cristatus* L., Haubenmeise. *P. palustris* L., Sumpfmeise. *P. caudatus* L., Schwanzmeise. *Aegithalus pendulinus* L., Beutelmeise. *Panurus barbatus* Briss., Bartmeise, Holland, Südfrankreich. *Sitta europaea* L., Kleiber.

Fam. *Motacillidae*, Bachstelzen. Körperbau schlank. Schnabel ziemlich lang, an der Spitze eingeschnitten. *Anthus pratensis* Bechst., Wiesenpieper. *Motacilla alba* L., *M. flava* L., *M. sulphurea* Bechst., *Accentor alpinus* Bechst., Alpenflüevogel.

Fig. 818.



Cinclurus regius, Weibchen und Männchen.

Fam. *Sylviadae*, Sänger. Kleine Singvögel mit pfriemenförmigem Schnabel und vorne getäfeltem Lauf. *Sylvia nisoria* Bechst., Sperbergrasmücke. *S. atricapilla* Lath., Mönchgrasmücke. *S. hortensis* Lath., Gartengrasmücke. *Phyllopneuste hypolais* Bechst., Gartensänger oder Bastardnachtigall. *Calamoherpe turdoides* Meyer, Rohrsänger. *Troglodytes parvulus* Koch, Zaunkönig. *Regulus cristatus* Koch, *R. ignicapillus* Naum., Goldhähnchen.

Fam. *Turdidae*, Drosseln. Mit mässig langem, etwas comprimirtem, vor der Spitze leicht gekerbtem Schnabel (Fig. 807 *d*), an dessen Grunde kurze Bartborsten aufsitzen. Die Beine sind hochläufig und mit einer vorderen und zwei seitlichen Schienen bekleidet, gestiefelt. *Cinclus aquaticus* Bechst., Wasseramsel. *Luscinia philomela* Bechst., Sprosser oder grosse Nachtigall, im östlichen Europa. *L. luscinia* L., Nachtigall. *L. suecica* L., Blaukehlchen. *L. rubicula* L., Rothkehlchen. *Turdus pilaris* L., Krammetsvogel. *T. musicus* L., Singdrossel. *T. iliacus* L., Weindrossel. *T. viscivorus* L., Misteldrossel. *T. torquatus* L., Ringeldrossel. *T. merula* L., Schwarzamsel. *T. saxatilis* L., Steindrossel. *T. migratorius* L., Wanderdrossel. *T. cyanus* L., Blaudrossel. *Mimus polyglottus* Boie, Spottdrossel, Nordamerika.

Den Drosseln schliesst sich in der Schnabelform ein grosser neuholländischer Vogel an, der Leierschwanz, *Menura superba* Dav.

5. Gruppe. *Conirostres*, *Kegelschnäbler*, *Sperlingsvögel*. Singvögel von geringer Grösse, mit dickem Kopf und kräftigem Kegelschnabel (Fig. 807 *c*), mit

kurzem Hals, mittellangen Flügeln und Wandelfüssen. Der niedrige Lauf ist vorne getäfelt. Ernähren sich von Körnern und Sämereien, Beeren und Früchten, verschmähen aber auch Insecten nicht.

Fam. *Alaudidae*, Lerchen. Von erdfarbenem Gefieder, mit mittellangem Schnabel, langen, breiten Flügeln und kurzem Schwanz. *Alauda arvensis* L., Feldlerche. *A. arborea* L., Haiden- und Baumlerche. *A. cristata* L., Haubenlerche. *A. alpestris* L., Berg- oder Alpenlerche. *A. calandra* L., Kalanderlerche, Südeuropa.

Fam. *Fringillidae*, Finken. Mit kurzem, dickem Kegelschnabel ohne Kerbe, aber mit basalem Wulst. *Emberiza citrinella* L., Goldammer. *E. cia* L., Zippammer. *E. nivalis* L., Schneeammer. *Fringilla coelebs* L., Buchfink. *F. spinus* L., Zeisig. *F. linota* Gm., Bluthänfling. *F. carduelis* L., Distelfink. *Passer domesticus* L., Haussperling. *P. montanus* L., Feldsperling. *P. chloris* L., Grünling. *Coccothraustes vulgaris* Pall., Kirschkernbeisser. *Cardinalis virginianus* Bp. *Pyrrhula vulgaris* Briss., Dompfaff. *P. canaria* L., Canarienvogel. *Loxia curvirostra* Gm., Fichtenkreuzschnabel.

Fam. *Ploceidae*, Weber. Bauen beutelförmige Nester. Leben in Afrika, Ostindien und Australien. *Ploceus textor* Gray, *Pl. socius* Gray.

7. Ordnung. **Raptatores, Raubvögel.**

Kräftig gebaute Vögel mit gekrümmtem, an der Spitze hakig übergreifendem Schnabel und stark bekrallten Sitzfüssen, vornehmlich von Warmblütern lebend.

Die Raubvögel charakterisiren sich bei kräftigem Körperbau vornehmlich durch die hohe Entwicklung der Sinnesorgane, sowie durch die besondere Ausbildung des Schnabels und der Fussbewaffnung, durch welche sie zu der ihnen eigenthümlichen Lebensweise befähigt werden. Schnabel an der comprimirten Wurzel von einer weichen, die Nasenöffnung umschliessenden Wachshaut bekleidet, die schneidenden Ränder und die hakig herabgebogene Spitze des Oberschnabels überaus hart und hornig. Die starken Zehen, von denen die äussere zur Wendezehe werden kann, sind mit überaus kräftigen Krallen bewaffnet, welche die bis zur Fussbeuge, selten bis zu den Zehen befiederten Sitzfüsse zum Fangen der Beute geeignet machen. Vor der Verdauung erweichen sie die aufgenommene Speise im Kropf, aus dem sie die zusammengeballten Federn und Haare als „Gewölle“ ausspeien. In der Regel brütet das Weibchen allein, dagegen betheiligt sich das Männchen an der Herbeischaffung der Nahrung für die hilflosen Jungen. Einige Eulen- und Falkengattungen sind Kosmopoliten.

Fig. 819.

Kopf von *Strix flammea*.

1. Gruppe. Nachtraubvögel. Fam. *Strigidae*, Eulen. Mit grossen, nach vorne gerichteten Augen, die von einem Kranze steifer Federn zuweilen schleierartig umstellt sind, und starkem, von der Wurzel an abwärts gebogenem, hakigem Schnabel. Ohr meist mit häutigem Ohrdeckel und äusserer Hautfalte, auf der sich die Federn nach Art einer Ohrmuschel gruppiren können. *Strix flammea* L., Schleiereule. (Fig. 819.) *Syrnium aluco* L., Waldkauz. *Otus vulgaris* L., Ohreule. *O. brachyotus* Gm., Sumpfohreule. *Bubo maximus* Sibb., Uhu. *Ephialtes scops* L., Zwergohreule. Südeuropa. *Surnia passerina* Blas., Sperlingseule. *Nyctea nivea* Daud., Schneeeule.

2. Gruppe Tagraubvögel. Fam. *Vulturidae*, Geier. Raubvögel von bedeutender Körpergrösse, mit langem, geradem, nur an der Spitze herabgebogenem Schnabel. Nasen oft durchgängig (*Cathartes*). Kopf und Hals bleiben oft grossentheils nackt, der Kopf trägt zuweilen lappige Hautanhänge, der Nacken wird oft kragenartig von Flaumen und Federn umsäumt. *Sarcorhamphus gryphus* Geoff., Condor. *S. papa* Dum., Königsgeier, Südamerika. *Cathartes aura* Ill., *C. atratus* Baird., Aasgeier, Südamerika. *Neophron percnopterus* Sav., egyptischer Aasgeier. *Vultur cinereus* Gm. (*monachus* L.), Südeuropa. *Gyps fulvus* Briss., *Gypaëtus barbatus* Cuv., Bartgeier, Lämmergeier, südliches Europa.

Fam. *Accipitridae* = *Falconidae*, Falken. Mit kürzerem und meist gezähntem Schnabel (Fig. 807 *e*), befiedertem Kopf (selten mit nackten Wangen) und Hals. Läufe mittelhoch, zuweilen befiedert.

Aquila chrysaëtos L., Goldadler, Süddeutschland. *A. imperialis* Kais. Blas., Königsadler, Südeuropa. *A. fulva* M. W., Tirol. *A. naevia* Briss., Schreiadler. *Haliaëtus albicilla* Briss. (*ossifragus* L.), Seeadler, Europa, Nordafrika. *Pandion haliaëtos* Cuv., Flussadler, nördliche Erdhälfte.

Milvus regalis Briss., Gabelweihe oder rother Milan, jagt anderen Raubvögeln die Beute ab und greift nur kleine Thiere, wie Hamster, Maulwürfe und Mäuse an. *M. ater* Daud., schwarzbrauner Milan.

Buteo vulgaris L., Mäusebussard. *B. lagopus* L., Rauchfussbussard. *Pernis apivorus* Cuv., Wespenbussard.

Astur palumbarius L., Hühnerhabicht. *Nisus communis* Cuv., Sperber.

Falco tinnunculus L., Thurmfalk. *F. rufipes* Bes., Rothfussfalk. *F. peregrinus* L., Wanderfalk. *F. candicans* Gm. = *gyrfalco* L., Jagdfalk.

Circus rufus L. (*aeruginosus*), Rohrweihe. *C. cyaneus* L., Kornweihe.

Fam. *Gypogeranidae*. Körper schlank mit langem Hals, langen Flügeln und Schwanz und stark verlängerten Läufen. Schnabel mit ausgedehnter Wachshaut, seitlich comprimirt, stark gebogen. *Gypogeranus serpentarius* Ill., Secretär mit Federbusch, fliegt schlecht, läuft gut, lebt von Schlangen. Afrika.

II. Ratitae.

Flugunfähige Vögel ohne Brustbeinkamm und ohne feste Schwung- und Steuerfedern.

1. Ordnung. **Struthiomorphi.**

Von bedeutender Körpergrösse, mit dreizehigen, ausnahmsweise zweizehigen Lauffüssen.

Die Strausse, die Riesen unter den Vögeln der gegenwärtigen Thierwelt, besitzen einen breiten und flachen, tiefgeschlitzten Schnabel mit stumpfer Spitze, einen relativ kleinen, zum Theil nackten Kopf, einen langen, wenig befiederten Hals und hohe, kräftige Laufbeine. Im Zusammenhange mit der Verkümmerung der Flügelknochen prägen sich im Skeletbau Eigenthümlichkeiten aus, welche diese Vögel als ausschliessliche Läufer charakterisiren. Fast sämmtliche Knochen erscheinen schwer und massig, mit sehr reducirter Pneumaticität. Das Brustbein stellt eine breite, wenig gewölbte Platte dar, an welcher der Brustbeinkamm vollständig fehlt. Ebensowenig kommen die Schlüsselbeine des Schultergerüstes zur Entwicklung. An den Rippen sind die *Processus uncinati* rudimentär oder fehlen ganz. Das Gefieder bekleidet den

Körper mit Ausschluss nackter Stellen am Kopfe, Hals, Extremitäten und Bauch ziemlich gleichmässig, ohne eine gesetzmässige Anordnung von Federfluren darzubieten, und nähert sich in seiner besonderen Gestaltung mehr dem Haarkleide der Säugethiere (Casuar). Während die Dunenbekleidung sehr reducirt ist, nehmen die Lichtfedern durch ihren biegsamen Schaft und weiche, zerschlissene Fahne einen mehr dunenartigen Habitus an, oder erscheinen haarartig und straff mit borstenförmigen Strahlen, oder zuweilen, wie in den Flügeln der Casuare, stachelförmig.

Fam. *Struthionidae*, zweizehige Strausse. Mit nacktem Kopf und Hals, geschlossenem Becken und langen, ganz nackten, zweizehigen Beinen (Fig. 805 *h*). Sie sind Bewohner der Steppen und Wüsten Afrikas, leben gesellig und in Polygamie. *Struthio camelus* L., zweizehiger Strauss.

Fam. *Rheidae*, dreizehige Strausse. Mit theilweise befiedertem Kopf und Hals, dreizehigen Füssen. Bewohner Amerikas und Neuhollands. *Rhea americana* Lam., Nandu.

Fam. *Casuaridae*, Casuare. Mit höherem, fast compressem Schnabel und meist helmartigem Knochenhöcker des Kopfes, kurzem Hals und niedrigen dreizehigen Beinen. *Dromaeus Novae Hollandiae* Gray. *Casuarius galeatus* Vieill., Helmcasuar, Neuguinea.

2. Ordnung. **Apterygii.**

Unter den Land-bewohnenden Vögeln ist die Verkümmerung der Flügel ausser den Straussen einer Anzahl höchst absonderlich gestalteter Vögel eigenthümlich, welche untereinander so wesentlich abweichen, dass sie in mehrere Ordnungen gesondert zu werden verdienen. Dieselben gehören vorzugsweise Neuseeland, sodann Madagascar und den Mascarenen an, sind jedoch theilweise aus der lebenden Thierwelt, und zwar nachweisbar erst in historischen Zeiten verschwunden.

Fig. 820.

Apteryx Owenii.

In den unbewohnten, waldreichen Gegenden der Nordinsel von Neuseeland lebt heute noch, obwohl mehr und mehr dem Aussterben nahe, ein höchst absonderlicher Vogel, der Kiwi (*Apteryx Mantelli* = *australis* Shaw), den man zuweilen den Straussen anreiht und als Zwergstrauss bezeichnet. Eine zweite Art desselben Geschlechtes (*A. Owenii*) (Fig. 820) gehört der Südinsel an, auf welcher auch noch eine grössere Form (*Roaroa*) vorkommen soll, die man

als dritte Art (*A. maxima* Verr.) unterschieden hat. Der Körper dieser Vögel (*Apterygidae*), etwa von der Grösse eines starken Huhnes, ist ganz und gar mit langen, locker herabhängenden, haarartigen Federn bedeckt, welche die Flügelstummel vollständig verdecken. Die kräftigen, niedrigen Beine sind mit Schildern bekleidet, die drei nach vorne gerichteten Zehen mit Scharrkrallen bewaffnet, die hintere Zehe kurz und vom Boden erhoben. Der von einem kurzen Halse getragene Kopf läuft in einen überaus langen und rundlichen Schnepfenschnabel aus, an dessen äusserster Spitze die Nasenöffnungen münden. Die Kiwis sind Nachtvögel, die sich den Tag über in Erdlöchern versteckt halten und zur Nachtzeit auf Nahrung ausgehen. Sie ernähren sich von Insectenlarven und Würmern, leben paarweise und legen zur Fortpflanzungszeit, wie es scheint, zweimal im Jahre, ein auffallend grosses Ei, welches in einer ausgegrabenen Erdhöhle vom Weibchen, nach Anderen vom Männchen und Weibchen abwechselnd bebrütet werden soll.

Ein zweite, als besondere Ordnung zu trennende Gruppe von flugunfähigen Landvögeln Neuseelands umfasst grossentheils ausgestorbene Formen, die eine riesige Körpergrösse (bis 10 Fuss hoch) erreichten, die Riesenvögel (*Dinornidae*). Von plumpem, unbeholfenem Baue und unfähig, sich vom Boden zu erheben, waren sie nicht im Stande, den Nachstellungen der Neuseeländer Widerstand zu leisten. Von einigen sind Reste aus dem Schwemmland bekannt geworden, von anderen aber noch recente Knochen aufgefunden, so dass die Coexistenz dieser Thiere mit dem Menschen nicht bezweifelt werden kann. Auch weisen die Sagen der Eingeborenen von dem Riesen *Moa* und mehrfache Funde von Eierfragmenten in Gräbern darauf hin, dass die Riesenvögel noch in historischen Zeiten gelebt haben, wie andererseits Entdeckungen der jüngsten Vergangenheit sogar die gegenwärtige Existenz kleinerer Arten wahrscheinlich gemacht haben. Insbesondere wurden neuerdings beim Durchforschen der Bergketten zwischen dem Rewaki- und Tabakaflusse Fussspuren eines ungeheuren Vogels entdeckt, dessen Knochen aus dem vulkanischen Sande der Nordinsel bereits bekannt waren. Von den riesengrossen Arten (*Palapteryx ingens — Dinornis giganteus, elephantopus* etc.) ist es theilweise gelungen, aus den gesammelten Knochen die Skelete vollständig zusammenzusetzen. Stets fehlen jedoch an denselben die Flügelknochen, die trotz der zahlreichen seither gemachten Funde bislang nicht bekannt geworden und in keiner der Abhandlungen Owen's beschrieben sind.

Auch auf Madagascar hat man im Alluvium Stücke von Tarsalknochen eines Riesenvogels (*Aepyornis maximus*, Vogel Ruc, Marco Polo) und im Schlamme wohlerhaltene colossale Eier entdeckt, deren Inhalt ungefähr 150 Hühnereier umfasst haben mag.

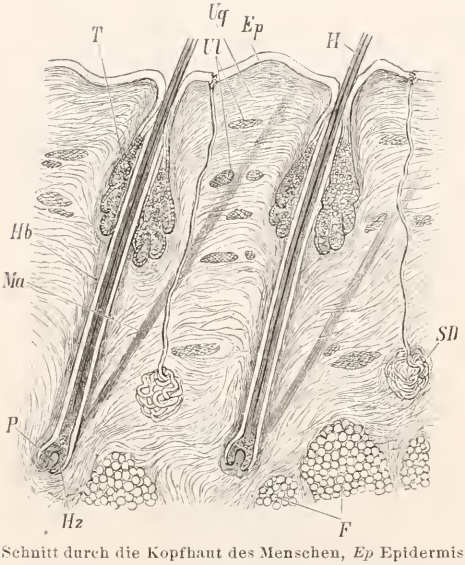
V. Classe. Mammalia [1]), Säugethiere.

Behaarte, meist vierbeinige Warmblüter, welche lebendige Junge gebären und diese mittelst des Secretes von Milchdrüsen aufsäugen.

Den Vögeln gegenüber sind die Säugethiere durch die gleichmässige Gestaltung beider Extremitätenpaare vornehmlich zum Landaufenthalte befähigt. Indessen treffen wir auch hier Formen an, welche in verschiedenem Grade dem Wasserleben angepasst sind, ja sogar ausschliesslich das Wasser bewohnen, oder als Flatterthiere in der Luft sich bewegen und hier ihre Nahrung finden.

Die Oberfläche der Haut erscheint selten wie bei den Cetaceen ganz glatt, sondern von mannigfachen bogenförmigen und spiraligen, theilweise sich kreuzenden Furchen durchzogen und an manchen Stellen (Sohlenballen, Gefässschwielen) schwielig bis zur Entwicklung fester Hornplatten verdickt.

Fig. 821.



Schnitt durch die Kopfhaut des Menschen, *Ep* Epidermis, *Uq* Querzüge des Cutisbindegewebes, *Ul* Längszüge desselben, *H* Haar, *Hz* Haarzwiebel, *P* Papille des Haares, *Hb* Haarbalg, *Ma* Musculus arrector pili, *T* Talgdrüsen, *SD* Schweissdrüsen, *F* Fettkörper.

Dasselbe, was die Befiederung für die Vögel, ist das Haarkleid für die Säugethiere (von Oken „*Haarthiere*“ genannt). Obwohl die colossalen Wasserbewohner und die grössten Landthiere der Tropen nackt zu sein scheinen, so fehlen doch auch hier die Haare nicht an allen Stellen, indem z. B. die Cetaceen wenigstens an den Lippen kurze Borsten tragen. Auch das Haar (Fig. 821) ist eine Epidermoidalbildung und erhebt sich mit zwiebelartig verdickter Wurzel (Haarzwiebel) auf einer gefässreichen Papille (Pulpa) im Grunde einer von der Oberhaut bekleideten Einstülpung der Cutis (Haarbalg), während sein oberer Theil, der Schaft, frei aus der Oberfläche der Haut hervorragt. Nach

[1]) Joh. Ch. D. v. Schreber, die Säugethiere in Abbildungen nach der Natur mit Beschreibungen, fortgesetzt von Joh. Andr. Wagner. Bd. I—VII und Suppl. I—V. Erlangen und Leipzig, 1775—1855. E. G. St. Hilaire et Fréd. Cuvier, Histoire naturelle des Mammifères. Paris, 1819—1835. C. J. Temmink, Monographie da mammalogie. Leiden, 1825—1841. R. Owen, Odontography. 2 Vol. London, 1840–1845. Blasius, Die Säugethiere Deutschlands, 1875. G. Giebel, Die Säugethiere in zoologisch-anatomischer und paläontologischer Hinsicht. Leipzig, 1850. A. E. Brehm, Illustrirtes Thierleben I. II und III. And. Murray, The geographical distribution of mammalia. London, 1866. Vergl. ferner die zahlreichen Arbeiten über fossile Säugethiere von Owen, Gaudry, Cope, Marsh, W. Kowalevsky, Rutimeyer, Schlosser etc.

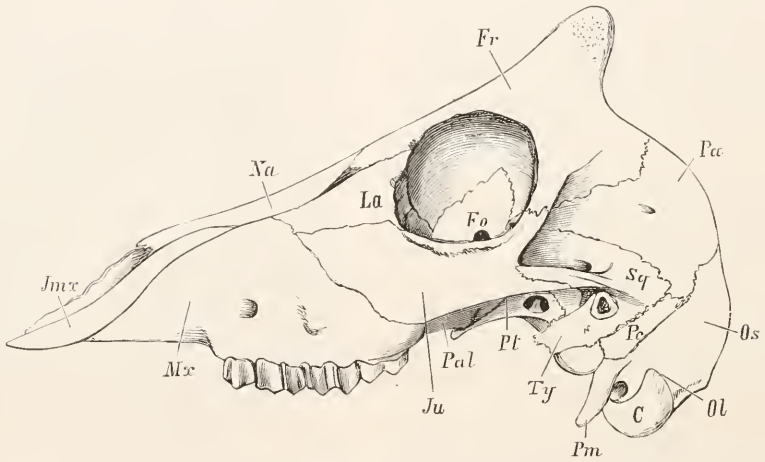
der Stärke und Festigkeit des Haarschaftes unterscheidet man Licht- oder Stichelhaare und Wollhaare. Die letzteren sind zart, gekräuselt und umstellen in grösserer oder geringerer Zahl je ein Stichelhaar. Je feiner und wärmeschützender der Pelz, umso bedeutender wiegen die Wollhaare vor (Winterpelz). Die Stichelhaare werden durch bedeutendere Stärke zu Borsten, welche wiederum durch fortgesetzte Dickenzunahme in Stacheln übergehen (Igel, Stachelschwein). An den stärkeren Haaren heften sich glatte Muskeln der Unterhaut an, durch welche jene einzeln bewegt werden, während die quergestreifte Hautmuskulatur ein Sträuben des Haarkleides und Emporrichten der Stacheln über grössere Hautflächen veranlasst. Auch kann die Epidermis sowohl kleinere Hornschuppen, als grosse, dachziegelartig übereinandergreifende Schuppen bilden, erstere am Schwanze von Nagethieren und Beutlern, letztere auf der gesammten Rücken- und Seitenfläche der Schuppenthiere, welche durch diese Art der Epidermoidalbekleidung einen hornigen Hautpanzer erhalten. Eine andere Form des Hautpanzers entsteht durch Ossification der Cutis bei den Gürtelthieren, deren Hautknochen aneinandergrenzende Platten, sowie in der Mitte des Leibes breite, verschiebbare Knochengürtel darstellen. Zu den Hautverknöcherungen gehören ferner die periodisch sich erneuernden Geweihe der Hirsche, zu den Epidermoidalbildungen die Hornscheiden der Cavicornier, die Hörner der Rhinoceren, sowie die mannigfachen Hornbekleidungen der Zehenspitzen, welche als Plattnägel (*Unguis lamnaris*), Kuppnägel (*U. tegularis*), Krallen (*Fulcula*) und Hufe (*Ungula*) unterschieden werden.

Als Hautdrüsen haben die *Talgdrüsen* und *Schweissdrüsen* eine grosse Verbreitung. (Fig. 821.) Jene sind ständige Begleiter der Haarbälge, finden sich aber auch an nackten Hautstellen und sondern eine fettige Schmiere ab, welche die Hautoberfläche weich erhält. Die Schweissdrüsen zeigen die Form eines knäuelartig verschlungenen Drüsencanals mit spiralgewundenem Ausführungsgang und werden nur selten vermisst (*Cetaceen*, *Mus*, *Talpa*). Bei zahlreichen Säugethieren kommen noch an verschiedenen Hautstellen grössere Drüsen mit stark riechenden Secreten vor, welche meist auf modificirte Talgdrüsen, seltener auf Schweissdrüsen zurückzuführen sind. Dazu gehören z. B. die Occipitaldrüsen der Kameele, die in Vertiefungen der Thränenbeine liegenden Schmierdrüsen von *Cervus*, *Antilope*, *Ovis*, die Schläfendrüse der Elephanten, die Gesichtsdrüsen der Fledermäuse, die Klauendrüsen der Wiederkäuer, die Seitendrüsen der Spitzmäuse, die Sacraldrüse von *Dicotyles*, die Drüsen am Schwanze des Desman, die Cruraldrüsen der männlichen Monotremen etc. Am häufigsten finden sich dergleichen Absonderungsorgane in der Nähe des Afters oder in der Inguinalgegend und liegen dann oft in besonderen Hautaussackungen, wie z. B. die Analdrüsen zahlreicher Raubthiere, Nager und Edentaten, die Zibethdrüsen der Viverren, der Moschusbeutel von *Moschus moschiferus*, die Bibergeilsäcke an der Vorhaut des männlichen Bibers.

Das Skelet wird durch schwere, markhaltige Knochen gebildet, und nur im Schädel und Gesicht kommen pneumatische Räume vor. Der Schädel (Fig. 822)

erscheint als geräumige Kapsel, deren Knochenstücke nur ausnahmsweise frühzeitig (Schnabelthier) verschmelzen, in der Regel aber zeitlebens grösstentheils durch Nähte gesondert bleiben. Freilich gibt es Fälle genug, in denen am ausgewachsenen Thiere die Nähte theilweise oder sämmtlich verschwunden sind (Affen, Wiesel). Die umfangreiche Ausdehnung der Schädelkapsel wird nicht nur durch bedeutende Grösse des Schädeldaches, sondern auch dadurch erreicht, dass die seitlichen Schädelknochen an Stelle des Interorbitalseptums sich bis in die Ethmoidalgegend nach vorne hin erstrecken. So kommt es, dass das *Ethmoideum* (*Lamina cribrosa*) zur Begrenzung der vorderen und unteren Partie des Schädels verwendet wird. (Fig. 823.) Auch die *Temporal*knochen nehmen wesentlichen Antheil an der Schädelbegrenzung, indem nicht nur das *Petrosum* und ein Theil des *Mastoideum*, sondern auch das grosse

Fig. 822.

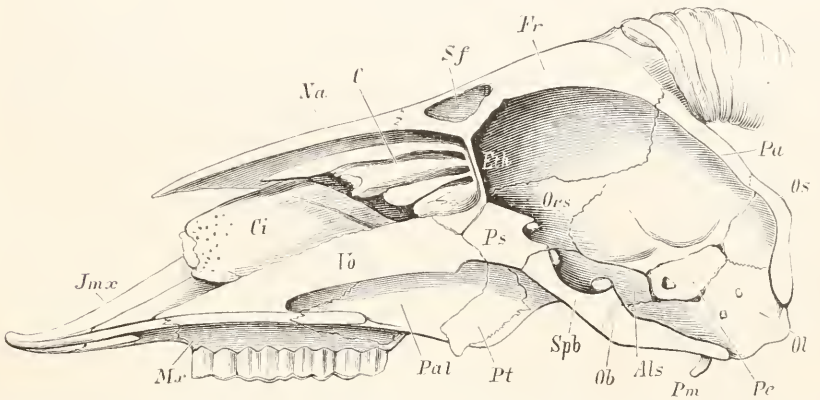


Schädel einer Ziege in seitlicher Ansicht. *Ol* Occipitale laterale, *C* Condylus, *Pm* Processus paramastoideus, *Os* Occipitale superius, *Sq* Squamosum, *Ty* Tympanicum, *Pe* Petrosum, *Pa* Parietale, *Fr* Frontale, *La* Lacrymale, *Na* Nasale, *Fo* Foramen opticum, *Mx* Maxillare, *Jmx* Intermaxillare, *Ju* Jugale, *Pal* Palatinum, *Pt* Pterygoideum.

Squamosum die zwischen *Alisphenoid* und den Seitentheilen des Hinterhauptes bleibende Lücke ausfüllen. Ueberall articulirt das Hinterhauptsbein mit dem ersten Halswirbel durch zwei Gelenkhöcker und zeigt häufig an den Seitentheilen (*Occipitalia lateralia*) jederseits einen pyramidalen Fortsatz (*Pr. jugularis* oder *paramastoideus*). Häufig erhalten sich vorderer und hinterer Keilbeinkörper (*Praesphenoidea*, *Basisphenoidea*) (Fig. 823) lange Zeit gesondert; an den letzteren schliessen sich die hinteren Keilbeinflügel (*Alisphenoidea*) mit den zugehörigen Deckstücken, den Scheitelbeinen (*Parietalia*) an, hinter welchen zuweilen ein accessorisches Scheitelbein (*Os interparietale*) zur Entwicklung kommt; dieses verschmilzt jedoch in der Regel mit dem *Occipitale superius*, seltener mit den Scheitelbeinen. Minder häufig als die beiden Scheitelbeine verwachsen die Stirnbeine, durch welche die vorderen Keilbeinflügel (*Orbitosphenoidea*) an der Schädeldecke geschlossen werden. Am Schläfenbein kommen

zu dem Felsenbein (die drei Stücke der Gehörkapsel *Pro-, Opistho-, Epioticum*) und dem Zitzenbein (Theil des Epioticum) das *Squamosum* als grössere Knochenschuppe und von aussen das Pankenbein (*Os tympanicum*) hinzu, welches den äusseren Gehörgang umschliesst und sich häufig zu einer hervorragenden Kapsel erweitert. Postfrontalia fehlen. Zum vorderen Verschluss der Schädelhöhle wird die durchlöcherte Platte (*Lamina cribrosa*) des Siebbeines (*Ethmoideum*) verwendet, welches nur bei den Affen und beim Menschen mit einem (dann als *Lamina papyracea* bezeichneten) Theil zur Bildung der inneren Augenhöhlenwand beiträgt. In allen anderen Fällen liegt das Siebbein vor den Augenhöhlen und wird seitlich von den Maxillarknochen umlagert, erlangt dann aber auch eine bedeutende Längenausdehnung. Während die *Lamina perpendicularis* des Siebbeines, an welche sich vorne die knorpelige Nasen-

Fig. 823.



Schöpsenschädel, median durchsägt, von innen gesehen. *Ob* Occipitale basale, *Ol* O. laterale, *Os* O. superius, *Pe* Petrosum, *Spb* Sphenoidale basale, *Ps* Praesphenoideum, *Als* Alisphenoideum, *Ors* Orbitosphenoideum, *Pa* Parietale, *Fr* Frontale, *Sf* Sinus frontalis, *Eth* Ethmoideum, *Na* Nasale, *C* Conchae ethmoidales, *Ci* Concha inferior (Os turbinatum), *Pt* Pterygoideum, *Pal* Palatinum, *Vo* Vomer, *Mx* Maxillare, *Jmx* Intermaxillare, *Pm* Processus paramastoideus.

scheidewand, von unten der *Vomer* anschliesst, dem *Ethmoideum impar* entspricht, wird man die Seitenhälften mit der Lamina cribrosa und dem Labyrinthe (Siebbeinzellen und die beiden oberen Muschelpaare, *Conchae ethmoidales*) auf die *Praefrontalia* (*Ethmoidalia lateralia*) der niederen Wirbelthiere zurückzuführen haben. Im vorderen Abschnitte der Nasenhöhle endlich treten als selbstständige Ossificationen die unteren Muscheln (*Os turbinatum*) auf, welche an der inneren Seite des Oberkiefers anwachsen. An der äusseren Fläche der Siebbeinregion lagern sich als Belegknochen die Nasenbeine und seitlich die Thränenbeine an. Das Thränenbein (bei den Robben und meisten Cetaceen als selbstständiger Knochen vermisst) dient zur vorderen Begrenzung der Augenhöhle, tritt aber zugleich gewöhnlich als Gesichtsknochen an der äusseren Fläche hervor.

Charakteristisch für die Säugethiere ist die feste Verschmelzung des Schädels mit dem Oberkiefer-Gaumenapparat und die Beziehung des Kiefer-

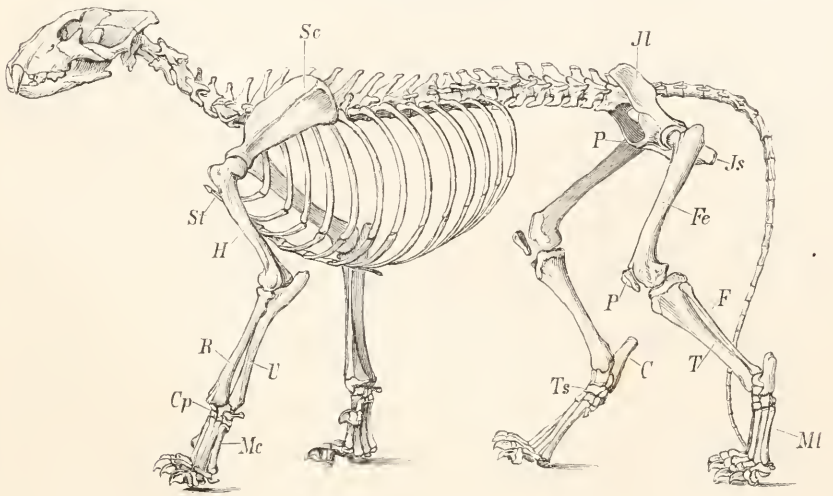
stiels zur Paukenhöhle. Diese hat zur Folge, dass sich der Unterkiefer direct am Schläfenbein einlenkt ohne Vermittlung eines *Quadratums*, dessen morphologisch gleichwerthiges Knochenstück schon im Laufe der Embryonalentwicklung an die Aussenfläche der Ohrkapsel in die spätere Paukenhöhle gerückt und zum Amboss (*Incus*) umgebildet ist, während das obere Stück des Meckelschen Knorpels (*Os articulare* des Unterkiefers) zum Hammer (*Malleus*) wurde (Reichert). Dagegen soll sich der Steigbügel (*Stapes*) aus dem oberen Stück des Zungenbeinbogens (*Hyomandibulare*) entwickelt haben. Kiefer-, Flügel- und Gaumenbeine bieten ähnliche Verhältnisse wie bei den Schildkröten und Crocodilen, doch fehlt stets ein Quadratojugale, indem sich das *Jugale* an das Squamosum anlegt. Ueberall haben wir die Bildung einer die Mund- und Nasenhöhle trennenden Gaumendecke, an deren Hinterende die Choanen münden.

Die Schädelkapsel wird bei den Säugethieren durch das Gehirn so vollständig ausgefüllt, dass ihre Innenfläche einen relativ genauen Abdruck der Gehirnoberfläche darbietet. Sie ist bei dem bedeutenden Umfange des Gehirns weit geräumiger als in irgend einer anderen Wirbelthierclasse, bietet aber in den einzelnen Gruppen mannigfaltige Abstufungen der Grössenentwicklung, zugleich auch im Verhältniss zur Ausbildung des Gesichtes, welches im Allgemeinen um so mehr im Vergleich zur Schädelkapsel hervortritt, je tiefer die intellectuellen Fähigkeiten des Thieres zurückbleiben (Camper'scher Gesichtswinkel). Das Zungenbein ist auf eine stegartige Querbrücke (Zungenbeinkörper) zweier Bogenpaare reducirt, bei *Mycetes* mächtig entwickelt und ausgehöhlt.

Die Wirbelsäule zeigt mit Ausnahme der Cetaceen die fünf als Hals, Brust, Lenden, Kreuzbein und Schwanz bezeichneten Regionen. (Fig. 824.) Bei den der Hintergliedmassen entbehrenden Wasserbewohnern fällt die Sacralregion aus und geht die Lendengegend direct in den Schwanz über; andererseits ist hier die Halsgegend auffallend verkürzt und durch die Verwachsung der vordersten Wirbel fest und unbeweglich. Die Wirbelkörper stehen untereinander nur ausnahmsweise (Halswirbel der Hufthiere) durch Gelenkflächen, dagegen allgemein durch elastische Bandscheiben (*Ligamenta intervertebralia*) in Verbindung. Der erste Halswirbel (*Atlas*) ist ein hoher Knochenring mit breiten, flügelartigen Querfortsätzen, auf deren Gelenkflächen die beiden Condyli des Hinterhauptbeines die Hebung und Senkung des Kopfes vermitteln. Die Drehung des Kopfes nach rechts und nach links geschieht dagegen durch die Bewegung des Atlas um einen medianen, dem nachfolgenden Wirbel, dem *Epistropheus*, angehörenden Fortsatz (*Processus odontoideus*), welcher morphologisch dem vom Atlas gesonderten und mit dem Körper des Epistropheus vereinigten Wirbelkörper des Atlas entspricht. Die Rückenwirbel charakterisiren sich durch hohe, kammförmige Dornfortsätze und den Besitz von Rippen, von denen sich die vorderen an dem meist langgestreckten, aus zahlreichen hintereinander gereihten Knochenstücken zusammengesetzten Brustbeine durch Knorpel anheften, während die hinteren als sogenannte falsche Rippen das

Brustbein nicht erreichen. Am Wirbel articuliren die Rippen mittelst Capitulum und Tuberculum. Während die Zahl der Halswirbel fast constant 7 bleibt, nur bei *Manatus australis* sich auf 6 vermindert, bei *Bradypus* um 1 oder 2 vermehrt, ist die der Rückenwirbel einem grösseren Wechsel unterworfen. Dieselbe beträgt in der Regel 13, zuweilen 12, sinkt auch noch etwas tiefer bei einigen Fledermäusen und Gürtelthieren, steigt aber häufig bis auf 15 und mehr, in einem Falle auf 18 (Pferd), 19 bis 20 (Rhinoceros, Elephant) und 23 bis 24 (dreizehiges Faulthier). Die Lendenwirbel, welche an Stelle der Rippen umfangreiche Seitenfortsätze besitzen, finden sich meist in fünf- bis siebenfacher Zahl. Selten sinkt die Zahl derselben bis auf 2, wie beim Schnabelthier und zweizehigen Ameisenfresser, noch seltener steigt sie bis auf 8 oder 9 (*Stenops*). Die 2 (Beutler) bis 4, selten bis auf 9 (Gürtelthier) vermehrten

Fig. 824.



Skelet des Löwen, nach Giebel (Bronn's Classen und Ordnungen). *St* Sternum, *Sc* Scapula, *H* Humerus, *R* Radius, *U* Ulna, *Cp* Carpus, *Mc* Metacarpus, *Il* Ilium, *P* Os pubis, *Is* Os ischii, *Fe* Femur, *T* Tibia, *F* Fibula, *P* Patella, *Ts* Tarsus, *Mt* Metatarsus, *C* Calcaneus.

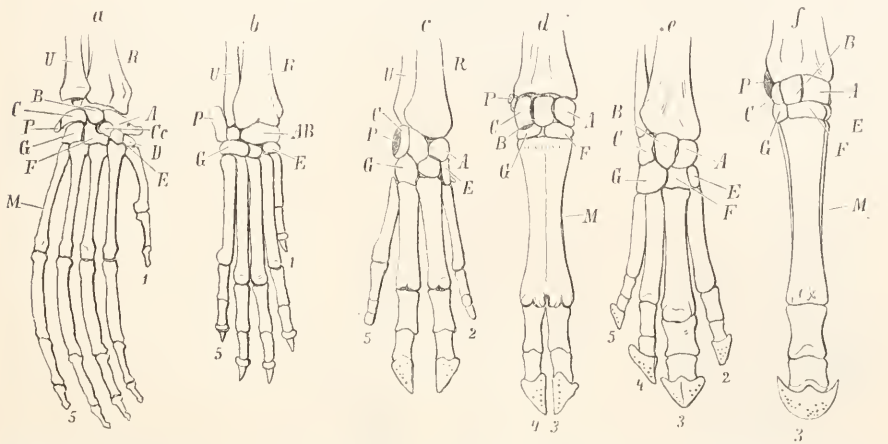
Kreuzbeinwirbel charakterisiren sich durch feste Verschmelzung untereinander und die Verwachsung ihrer Seitenfortsätze (mit den Rippenresten) mit den Hüftbeinen. Die nach Zahl und Beweglichkeit überaus wechselnden Schwanzwirbel verschmälern sich nach dem Ende der Leibesaxe und besitzen nicht selten (Känguruh und Ameisenfresser) untere Dornfortsätze, verlieren aber nach hinten zu mehr und mehr sämmtliche Fortsätze.

Von den beiden Extremitätenpaaren fehlen die vorderen in keinem Falle. Am Schultergürtel vermisst man da, wo die Vordergliedmassen bei der Locomotion nur zur Stütze des Vorderleibes dienen oder eine einfache pendelartige Bewegung ausführen, wie beim Rudern, Gehen, Laufen, Springen etc., das *Schlüsselbein* (Wallfische, Hufthiere, Raubthiere), während sich sonst die *Scapula* mittelst einer mehr oder minder starken, stabförmigen *Clavicula* dem

Brustbein anfügt. Das hintere Schlüsselbein reducirt sich fast allgemein auf den Rabenfortsatz (*Processus coracoideus*) des Schulterblattes und bildet nur bei den Monotremen einen grossen, säulenartigen, zum Brustbein reichenden Knochen. In festerem Zusammenhange mit dem Rumpfe als die vorderen Gliedmassen stehen die hinteren Extremitäten, deren Gürtel nur bei den Walfischen rudimentär bleibt und durch zwei rippenartige, ganz lose mit der Wirbelsäule verbundene Knochen vertreten wird. Bei allen anderen Säugethieren ist der Beckengürtel mit den Seitentheilen des Kreuzbeines verwachsen und durch die Symphyse der Schambeine, eventuell zugleich der Sitzbeine ventral geschlossen. Die im Schulter- und Beckengürtel eingelenkten Gliedmassen erfahren bei den schwimmenden Säugethieren eine beträchtliche Verkürzung und bilden entweder, wie die Vordergliedmassen der Cetaceen, platte, in ihren Knochenstücken unbewegliche (bei den Sirenen mit Ellbogenbeuge) Flossen mit stark vermehrter Phalangenzahl der Finger, oder wie bei den Pinnipedien flossenartige Beine, die auch als Fortschieber auf dem Lande gebraucht werden können. Bei den Flatterthieren erlangen die Vordergliedmassen in Verbindung mit einer zwischen den ungemein verlängerten Fingern, der Extremitätensäule und den Seiten des Rumpfes ausgespannten Hautfalte eine bedeutende Längenentwicklung. Sowohl an den Flossen der Cetaceen, als an den Fluggliedmassen der Fledermäuse fehlen Nagelbildungen, im letzteren Falle freilich mit Ausnahme des aus der Flughaut vorstehenden, stets Krallentragenden Daumens. Bei den Landsäugethieren verhalten sich die Extremitäten sowohl an Länge, als hinsichtlich ihrer besonderen Gestaltung überaus verschieden. Der röhrenförmige *Humerus* steht im Allgemeinen rücksichtlich seiner Länge im umgekehrten Verhältniss zu dem Metacarpaltheil des Vorderfusses. *Radius* und *Ulna* übertreffen den Oberarm fast allgemein an Länge, ebenso an der Hintergliedmasse *Tibia* und *Fibula* den Oberschenkel (*Femur*). Die Ulna bildet das Charniergelenk des Ellbogens und läuft hier in einen Hakenfortsatz (*Olecranon*) aus, der Radius verbindet sich dagegen mit der Handwurzel und ist oft um die Ulna drehbar (*Pronatio*, *Supinatio*), in anderen Fällen jedoch mit der Ulna verwachsen, welche dann bis auf den Gelenksfortsatz ein rudimentärer, grätenartiger Stab bleibt. An der Hintergliedmasse, deren Kniegelenk einen nach vorne gerichteten Winkel bildet und meist von einer Kniescheibe (*Patella*) bedeckt wird, kann sich zuweilen (Beutler) auch die Fibula an der Tibia bewegen, in der Regel aber sind diese beiden Knochen verwachsen und die nach hinten und aussen gelegene Fibula meist verkümmert. Weit auffallender sind die Verschiedenheiten am terminalen Abschnitt der Gliedmassen (Fig. 825). Die Fünfzahl der Zehen wird nicht überschritten, wohl aber reducirt sich dieselbe in allmäligen Abstufungen, indem zuerst die aus zwei Phalangen zusammengesetzte Innenzehe (Daumen) rudimentär wird und hinwegfällt; dann die kleine Aussenzehe, sowie die zweit-innere Zehe verkümmern oder verschwinden, im ersteren Falle zuweilen als kleine, vom Boden erhobene sogenannte Afterklauen an der hinteren Fläche des Fusses (Wieder-

käuer) persistiren. Endlich reducirt sich auch die zweit-äussere Zehe oder fällt ganz aus, so dass die Mittelzehe zur ausschliesslichen Stütze der Extremitäten übrig bleibt (Einhufer). Dieser allmäligen Reduction der Zehen geht aber eine Vereinfachung und Veränderung der Fusswurzel- und Mittelfussknochen parallel, indem die metacarpalen Träger der rudimentären oder völlig ausfallenden seitlichen Zehen zu den sogenannten Griffelbeinen verkümmern oder ganz ausfallen, die beiden mittleren Metacarpalknochen oft zu einem starken und langen Röhrenknochen verschmelzen. Die kleinen Wurzelknochen, welche zur Herstellung des Fussgelenkes verwendet werden und den durch die auftretende Extremität erzeugten Stoss wesentlich zu vermindern haben, ordnen sich meist in zwei, beziehungsweise drei Reihen an, aus welchen an den hinteren Gliedmassen gewöhnlich zwei Knochen, das Sprungbein (*Astragalus*) und

Fig. 825.



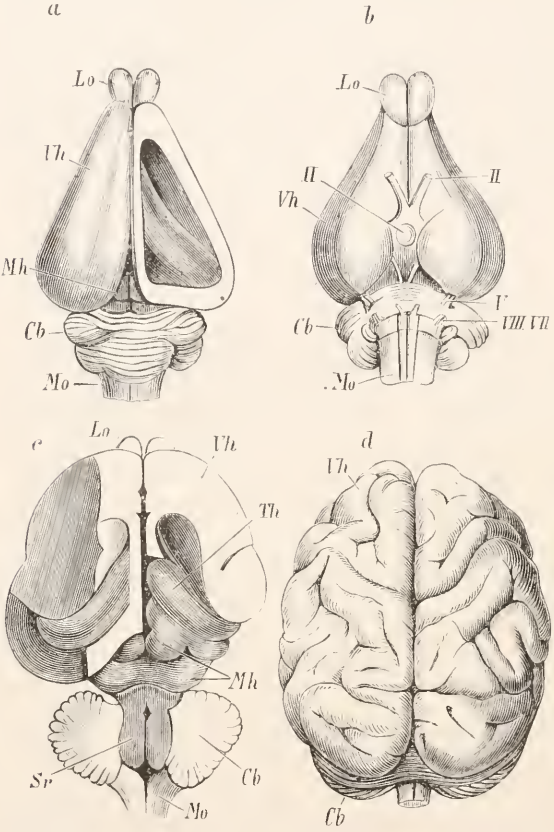
Handskelete. *a* Vom Orang, *b* Hund, *c* Schwein, *d* Rind, *e* Tapir, *f* Pferd; *b*, *c*, *d*, *e*, *f* nach Gegenbaur. *R* Radius, *U* Ulna, *A* Scaphoideum, *B* Lunare, *C* Triquetrum, *D* Trapezium, *E* Trapezoides, *F* Capitatum, *G* Hamatum, *P* Pisiforme, *Cc* Centrale carpi, *M* Metacarpus.

Fersenbein (*Calcaneus*), bedeutend hervortreten. Die Zehen des Vorderfusses kann man nach Analogie des menschlichen Körpers Finger nennen, zur Hand wird der Vorderfuss durch die Opponirbarkeit des inneren Fingers oder Daumens. Auch am Fusse der hinteren Extremität ist zuweilen die grosse Zehe opponirbar, hiemit ist aber der Fuss noch nicht zur Hand, sondern nur zum Greiffuss (Affen) geworden, da zum Begriffe der Hand auch die besondere Anordnung der Knochen des Carpus und der Muskulatur wesentlich erscheinen. Nach der Art und Weise, wie die Extremität beim Laufen den Boden berührt, unterscheidet man Sohlengänger (Plantigraden), Zehengänger (Digitigraden) und Spitzengänger (Unguligraden). Bei den letzteren ist die Zahl der Zehen und Mittelfussknochen bedeutend reducirt, die Extremität durch Umbildung des Mittelfusses zu einem langen Röhrenknochen bedeutend verlängert.

Das *Nervensystem* (Fig. 826) zeichnet sich durch Grösse und hohe Entwicklung des Gehirns aus, dessen Hemisphären einen so bedeutenden Umfang

gewinnen, dass sie nicht blos den vorderen Raum des Schädels erfüllen, sondern selbst das kleine Gehirn theilweise bedecken. Bei den Beutlern und Monotremen bleibt die Oberfläche der Grosshirnhemisphären noch glatt, bei den Edentaten, Nagern und Insectivoren treten an derselben Eindrücke auf, welche sich mehr und mehr zu regelmässigen Furchen zur Begrenzung von Windungen (*Gyri*) anordnen. Eine die Seitenhälften der Grosshirnhemisphären verbindende Commissur (der Balken, *Corpus callosum*) ist wohlentwickelt und nur bei den Aplacentalien rudimentär. Dagegen treten die als Vierhügel sich darstellenden *Corpora bigemina* an Umfang zurück und werden grossentheils oder vollständig von den hinteren Lappen der Grosshirnhemisphären überdeckt. Hirnanhang (*Hypophysis*) und sog. Zirbel (*Epiphysis*) werden in keinem Falle vermisst. Das kleine Gehirn (*Cerebellum*) verhält sich noch bei den Aplacentalien durch die vorwiegende Ausbildung des Mittelstückes ähnlich wie bei den Vögeln, erhebt sich aber durch zahlreiche Uebergangsformen zu einer grösseren Ausbildung der Seitenlappen. Auch die Varolsbrücke (*Pons Varoli*) ist anfangs noch wenig entwickelt, vergrössert sich aber bei den höheren Typen der Säugethiere zu einer mächtigen Anschwellung an der Uebergangsstelle des Gehirnstammes in die Rückenmarksstränge. Die 12 Hirnnerven sind vollständig gesondert. Das Rückenmark erfüllt den Wirbelcanal gewöhnlich nur bis zur Kreuzbeingegend, in welcher es mit einer sogenannten *Cauda equina* endet, und entbehrt der hinteren Rautengrube.

Fig. 826.



Säugethierhirne. *a* Gehirn des Kaninchens, von oben; das Dach der rechten Hemisphäre abgetragen, so dass man in den Seitenventrikel sieht; *b* dasselbe von unten; *c* Gehirn der Katze, rechterseits ist der seitliche und hintere Abschnitt des Vorderhirns abgetragen, fast in gleicher Ausdehnung auch linkerseits; ebenso sind die Kleinhirnhemisphären zum grossen Theile entfernt; *d* Gehirn vom Orang. *a*, *b*, *c* nach Gegenbaur, *d* aus règne animal. *Vh* Grosshirnhemisphären, *Mh* Corpus quadrigeminum, *Cb* Cerebellum, *Mo* Medulla oblongata, *Lo* Lobus olfactorius, *II* Nervus opticus, *V* N. trigeminus, *VII VIII* N. facialis und N. acusticus, *H* Hypophysis cerebri, *Th* Thalamus opticus (Sehhügel), *Sr* Sinus rhomboidalis (Rautengrube).

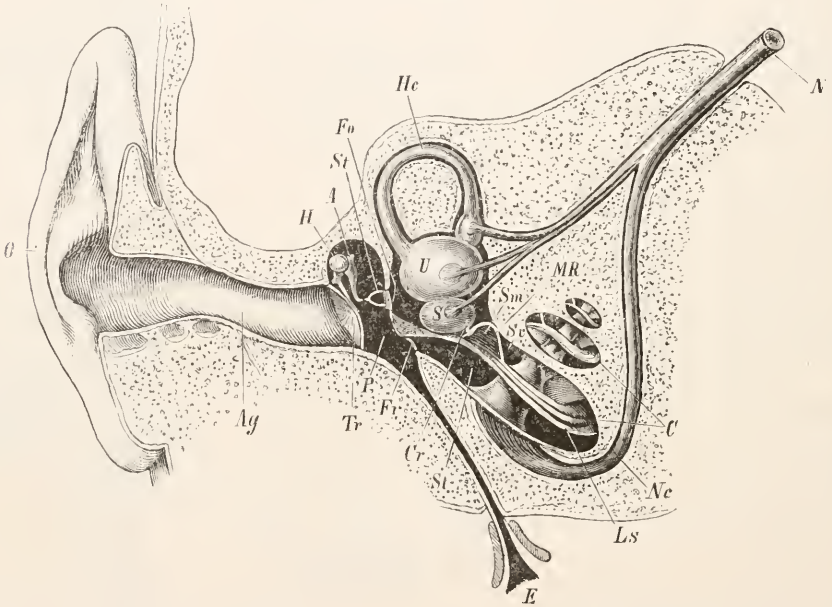
Unter den Sinnesorganen zeigt das Geruchsorgan durch die Complication des Siebbeinlabyrinthes eine grössere Entfaltung der riechenden Schleimhautfläche als in irgend einer anderen Classe. Die beiden Nasenhöhlen, durch eine mediane Scheidewand gesondert, communiciren oft mit Nebenräumen benachbarter Schädel- und Gesichtsknochen (*Sinus frontales, sphenoidales, maxillares*) und münden mittelst paariger Oeffnungen, welche jedoch bei den des Geruchsvermögens entbehrenden Cetaceen zu einer medianen Oeffnung verschmelzen können (*Delphine*). In diesem Falle dienen die Nasengänge lediglich als Luftwege. Die Nasenöffnungen werden in der Regel durch bewegliche Knorpelstückchen gestützt, deren Vermehrung das Auftreten eines Rüssels bedingt, welcher zum Wühlen und Tasten, bei beträchtlicher Ausbildung (Elephant) als Greiforgan benutzt wird. Bei tauchenden Säugethieren können die Nasenöffnungen durch Muskeln (Seehunde) oder durch Klappenvorrichtungen geschlossen werden. Häufig findet sich an der äusseren Nasenwand oder in der Höhle des Oberkiefers eine Nasendrüse. Der Geruchsnerv breitet sich an den oberen Muscheln und an den oberen Partien der Nasenscheidewand aus. Die untere Muschel ist zuweilen (*Phoca*) complicirt gefaltet. Die Choanen münden stets paarig und weit nach hinten am Ende des weichen Gaumens in den Schlund ein. Den Säugethieren kommt auch das Jacobson'sche Organ zu. Dasselbe besteht aus zwei unterhalb der Nasenhöhle gelegenen Canälen, welche mit der Mundhöhle am Gaumen durch die Stenson'schen Gänge in Verbindung stehen und Endigungen von Olfactoriusfasern tragen.

Die Augen (vergl. pag. 85, Fig. 109) verhalten sich in dem Grade ihrer Ausbildung verschieden und sind bei den in der Erde lebenden Säugethieren überaus klein, in einigen Fällen (*Spalax, Chrysochloris*) ganz unter der Haut verborgen, unfähig, Lichteindrücke aufzunehmen. Sie liegen meist an den Seiten des Kopfes in einer unvollständig geschlossenen, mit der Schläfengegend verbundenen Orbita und sehen einzeln ohne gemeinsame Sehachse, die nur bei der Stirnlage des Auges (*Primaten*) möglich erscheint. Ausser dem oberen und unteren Augenlide findet sich eine innere Nickhaut (mit der Harder'schen Drüse), wenngleich nicht in der vollkommenen Ausbildung und ohne den Muskelapparat der Nickhaut der Vögel, zuweilen auf ein kleines Rudiment (*Plica semilunaris*) am inneren Augenwinkel reducirt. Der Augapfel besitzt eine mehr oder minder sphärische Gestalt (bei den Cetaceen u. A. mit verkürzter Achse) und kann häufig durch einen Retractor bulbi in die Orbita zurückgezogen werden. Die Thränendrüse mit ihrem in die Nasenhöhle mündenden Ausführungsgang liegt an der oberen äusseren Seite der Orbita. Ein Tapetum der Chorioidea trifft man bei den Carnivoren und Pinnipedien, Delphinen, Hufthieren und einigen Beutlern an.

Das Gehörorgan (Fig. 827, sowie Fig. 104 *III*) unterscheidet sich von dem der Vögel vornehmlich durch die complicirtere Ausbildung des äusseren Ohres, die grössere Zahl der Schall-leitenden Knöchelchen (der Steigbügel, welcher die Fenestra ovalis verschliesst, der sich an das Trommelfell anschliessende

Hammer und der Amboss) und durch die meist in zwei bis drei Spiralgängen gewundene Schnecke, welche mit dem *Sacculus* des Vorhofes durch einen engen Canal (*Canalis reuniens*) in Verbindung steht, während von dem *Utriculus* die drei halbkreisförmigen Canäle ausgehen. Der mit dem Vorhof (*Vestibulum*) in Verbindung stehende Schneckengang, welcher das sogenannte Corti'sche Organ, den Endapparat des Nervus cochlearis enthält, wird in seinem Verlaufe von mit Lymphe (*Perilymphe*) erfüllten Räumen begleitet, von denen der eine (*Scala vestibuli*) mit dem den Vorhof umgebenden Lymphraum in Communication steht, der andere (*Scala tympani*) mit dem ersteren an der Kuppel der Schnecke zusammenhängt und gegen die Paukenhöhle hin durch die membranös

Fig. 827.

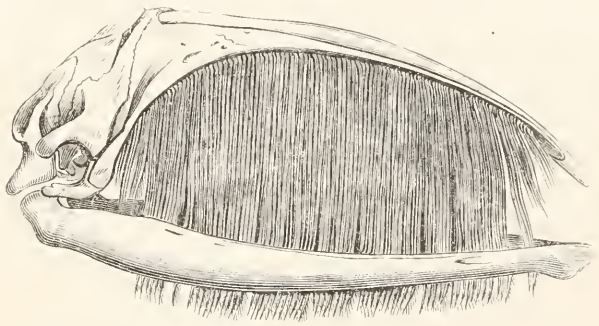


Gehörorgan des Menschen, schematisch, nach Czermak (etwas verändert). *O* Ohrmuschel, *Ag* äusserer Gehörgang, *Tr* Trommelfell (Membrana tympani), *H* Hammer, *A* Amboss, *St* Steigbügel, *P* Paukenhöhle (Cavum tympani), *E* Tuba Eustachii, *Fo* Fenestra ovalis, *Fr* Fenestra rotunda, *U* Utriculus, *Hc* halbkreisförmiger Canal, *S* Sacculus, *Cr* Canalis reuniens, *C* Schnecke (Cochlea), *MR* Membrana Reissneri, *Ls* Lamina spiralis, *Sm* Scala media, *Sv* Scala vestibuli, *St* Scala tympani, *N* Nervus acusticus, *Nc* Nervus cochlearis.

verschlossene *Fenestra rotunda* angrenzt. Die beiden Lymphräume werden durch die *Lamina spiralis* von einander geschieden; der das Corti'sche Organ enthaltende Schneckengang (*Scala media*) liegt gegen die Aussenseite der Schnecke gedrängt und wird von der Scala vestibuli durch eine schräg ausgespannte Membran, die *Membrana Reissneri*, geschieden. Das häutige Labyrinth ist mit Flüssigkeit (*Endolymphe*) gefüllt und enthält in dem Vorhofstheil die Otolithen. Die Paukenhöhle ist ungleich geräumiger und keineswegs immer auf den Raum des oft blasig vorspringenden Paukenbeins beschränkt, sondern mit Höhlungen benachbarter Schädelknochen in Communication gesetzt. Am umfangreichsten ist die Paukenhöhle der Cetaceen, bei denen sich der Schall nicht wie bei den

Luftbewohnern durch Trommelfell und Gehörknöchelchen dem ovalen Fenster des Vorhofes mittheilt, sondern sich vornehmlich von den Kopfknochen aus durch die Luft der Paukenhöhle auf das Fenster der ungewöhnlich vergrösserten Schnecke fortpflanzt und von da auf das Labyrinthwasser der Scala tympani überträgt. Die drei halbzirkelförmigen Canäle liegen mit Vorhof und Schnecke sehr fest in dem Felsenbein eingebettet, welches bei den Cetaceen nur durch Bandmasse mit den benachbarten Knochen zusammenhängt. Die Eustachische Tube mündet nur bei den Cetaceen in den Nasengang, in allen anderen Fällen in die Rachenhöhle. Ein äusseres Ohr fehlt den Monotremen, vielen Pinnipedien und den Cetaceen, bei denen auch der äussere Gehörgang oberhalb des sackförmig vorgestülpten Trommelfelles durch einen soliden Strang vertreten ist; rudimentär bleibt dasselbe bei den Wasserbewohnern, die ihre äussere Ohröffnung durch eine klappenartige Vorrichtung verschliessen können, und bei den in der Erde wühlenden Säugethieren. In allen anderen Fällen wird dasselbe durch einen überaus verschieden geformten, durch Knorpelstücke gestützten äusseren Aufsatz gebildet, der meist durch besondere Muskeln bewegt werden kann.

Fig. 828.



Schädel von *Balaena mysticetus* mit den Barten (règne animal).

Der Tastsinn knüpft sich vorzugsweise an Nervenausbreitungen in der Haut der Extremitätenspitze (Tastkörperchen an den Fingerspitzen und der Handfläche des Menschen und der Affen), aber auch an die Zunge, den Rüssel und die Lippen, in welchen sehr allgemein lange borstenartige Tasthaare (*Vibrissae*) mit eigenthümlichen Nervenverzweigungen des Balges eingepflanzt liegen. Der Geschmack hat seinen Sitz vornehmlich an der Zungenwurzel (*Papillae circumvallatae*, Geschmacksbecher, vergl. Fig. 111 auf pag. 87), aber auch am weichen Gaumen und scheint eine weit höhere Ausbildung als in irgend einer anderen Thierclasse zu erreichen.

Am Eingang in die Verdauungsorgane findet sich fast allgemein eine Zahnbewaffnung der Kiefer. Nur einzelne Gattungen, wie *Echidna*, *Manis* und *Myrmecophaga*, entbehren der Zähne durchaus, während die Bartenwale, welche an der Innenfläche des Gaumens senkrechte, in Querreihen gestellte Hornplatten (Barten) tragen (Fig. 828), wenigstens im Fötus noch Zahnkeime entwickeln. Durch Erhärtung von Papillen der Mundschleimhaut entstandene Hornzähne finden sich bei *Ornithorhynchus* und *Rhytina*.

Niemals zeigt das Gebiss der Säugethiere eine so reiche Bezahnung, wie wir sie bei den Fischen, Amphibien und Reptilien antreffen, indem sich die

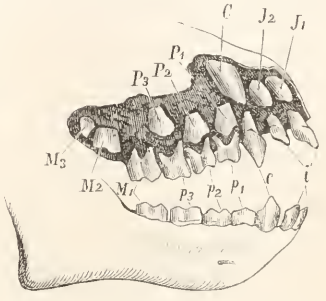
Zähne auf Oberkiefer, Zwischenkiefer und Unterkiefer beschränken. Hiermit steht im Zusammenhange, dass die Entstehung der Zahnanlagen im Wesentlichen bereits mit dem Embryonalleben abschliesst. Auch werden diese im Gegensatze zu den angewachsenen Zähnen der Reptilien frühzeitig von der Kieferanlage aufgenommen und brechen später aus derselben hervor. Die Zähne sind daher nie durch Stützknochen am Kiefer befestigt, sondern stets in Alveolen eingekeilt. Entweder erfahren dieselben eine fortgesetzte Neubildung am unteren Ende der Zahnanlage und wachsen beständig fort (Hauer des Elephanten, Nagezähne der Nager etc.), oder sie haben ein abgeschlossenes Wachsthum und sind sogenannte Wurzelzähne geworden. Die erstere Form der Zahngestaltung erscheint als die primäre, so dass die Wurzelzähne aus wurzellosen hervorgegangen sind. Indessen gibt es Fälle, welche beweisen, dass Wurzelzähne secundär durch verlängertes Wachsthum der Krone und Reduction der spät abschliessenden und überaus kurz bleibenden Wurzel wiederum zu wurzellosen Zähnen zurückführen können. (Backenzähne vom Elephant, Pferd, *Phacochoerus*.) Daher ist es nicht unwahrscheinlich, dass die ältesten Säugethiere Wurzelzähne besassen und die Primärform der wurzellosen Zähne in der Stammgruppe der Reptilien gesucht werden muss.

Die äussere aus dem Zahnfleisch vorstehende Partie des Zahnes, die *Krone* (im Gegensatze zu der eingekeilten *Wurzel*), wird von dem härteren Schmelz, welcher aus senkrechten, zur Oberfläche des Zahnes gestellten Prismen besteht, kappenartig überzogen. Je nachdem die Schmelzlage einen einfachen Ueberzug bildet oder faltenartig in die Zahnsubstanz eindringt, unterscheidet man einfache (*D. simplices*) und schmelzfaltige (*D. complicati*) Zähne. Werden einfache oder schmelzfaltige Zähne durch Knochengewebe (*Cement*) verbunden, so nennt man dieselben zusammengesetzte Zähne (*D. compositi*, Hase, Elephant). Selten und nur da, wo das Gebiss wie bei den Crocodilen als Greif- und Schneideapparat verwendet wird, verhalten sich die Zähne nach Form und Leistung in allen Theilen der Kieferknochen gleichartig als kegelförmige Fangzähne (Delphin); dann ist die Zahl derselben eine verhältnissmässig bedeutende. Dieses aus zahlreichen gleichartigen *Kegelzähnen* bestehende Gebiss, in welchem die oberen Zähne zwischen die unteren eingriffen, dürfte dem primitiven Säugethiergebiss am nächsten stehen. Der Reduction derselben ging eine Specialisirung der Form und des Gebrauches parallel, insofern nur ein Theil der Zähne zum Ergreifen, ein anderer zur Zerkleinerung der Nahrung Verwendung fand und demgemäss entsprechend umgestaltet wurde. Mit der Reduction der Zahnzahl und zweckmässigen Differenzirung der Zähne trat gleichzeitig eine Verkürzung der Kiefer ein. Man unterscheidet nach ihrer Lage in den vorderen, seitlichen und hinteren Theilen der Kiefer Schneidezähne (*D. incisivi*), Eckzähne (*D. canini*) und Backenzähne (*D. molares*). Die ersteren haben eine meisselförmige Gestalt und dienen zum Abschneiden und Ergreifen der Nahrung, oben gehören sie ausschliesslich dem Zwischenkiefer an. Die Eckzähne, welche sich zu den Seiten der Schneidezähne, je einer in jeder Kieferhälfte, erheben, sind kegelförmig

oder auch hakenförmig und scheinen vornehmlich als Waffen zum Angriff und zur Vertheidigung geeignet. Nicht selten aber (Nagethiere, Wiederkäuer) fehlen dieselben ganz und das Gebiss zeigt eine weite Zahnlücke zwischen Schneidezähnen und Backenzähnen. Die letzteren endlich dienen besonders zur feineren Zerstückelung der aufgenommenen Nahrung und haben meist höckerige oder mit Mahlflächen versehene Kronen. Die ursprüngliche Form des Säugethier-Backzahnes war durch eine höckerige Krone bezeichnet.

In neuerer Zeit ist der Versuch gemacht worden, die in der Stammesentwicklung allmälig erfolgte Umgestaltung des ursprünglichen homodonten Gebisses in die complicirten, nach verschiedenen Richtungen divergirenden höheren Gebissformen an den Zahnformen alter mesozoischer und tertiärer Säugethiere zu verfolgen. An den einfachen Kegelzahn entwickelte sich am Vorder- und Hinterrande je ein Nebenzacken, welche entweder (*Triconodonten*-Typus) in einer Linie standen, oder eine schräge Stellung zu dem mittleren Hauptconus, und zwar im Oberkiefer auf der Aussenseite, im Unterkiefer auf der Innenseite erhielten. So entstand der *Trituberculär*-Typus[1]), welcher die Grundform für die Backenzähne der meisten Säugethiere abgab. Nur bei den Monotremen entwickelte sich eine abweichende Gestaltung durch eine grössere Zahl von Höckern (*Multituberculär*-Typus). Frühzeitig aber gesellte sich zu jenen drei Elementen des Unterkieferbackzahnes noch ein weiterer Bestandtheil, der „Talon". Gleichzeitig mit der Complication der Backzähne vollzog sich die Differenzirung der Zähne im vorderen Kieferabschnitt, indem sich der an den Zwischenkiefer angrenzende Zahn des Oberkiefers und sein entsprechender Gegenzahn im Unterkiefer sehr kräftig gestalteten und zu Eckzähnen wurden, die übrigen als Schneidezähne eine mehr meisselförmige Gestalt gewannen.

Fig. 829.



Gebiss im Wechsel von *Cebus*, nach Owen. *i* Schneidezähne, *c* Eckzähne, $p_1 p_2 p_3$ Praemolaren des Milchgebisses; $J_1 J_2$ Schneidezähne, *C* Eckzahn, $P_1 P_2 P_3$ Praemolaren des bleibenden Gebisses, $M_1 M_2 M_3$ Molaren.

Entweder — wie bei den Cetaceen und Edentaten — persistiren die Zähne zeitlebens, und das Gebiss erfährt keine Erneuerung (*Monophyodonten*), oder es findet ein einmaliger Zahnwechsel statt (*Diphyodonten*). (Fig. 829.) Nicht nur die Schneide- und Eckzähne des Milchgebisses werden durch neue ersetzt, auch an die Stelle der (vorderen) Backenzähne des Milchgebisses treten neue, die bleibenden *Praemolaren*, und das *Milchgebiss* wird in das bleibende des ausgebildeten Thieres übergeführt. Im Gegensatze zu den vorderen Backenzähnen brechen die hinteren Backenzähne (*Dentes molares*) später, zuweilen erst nach mehr oder minder vollständiger Beseitigung des Milchgebisses hervor

[1]) H. F. Osborn, Evolution of Mammalian Molars to and from the tritubercular type. The American Naturalist, 1888. Derselbe, Structure and Classification of the mesozoic Mammalia. Journal of the Acad. of Nat. science. Philadelphia, 1888.

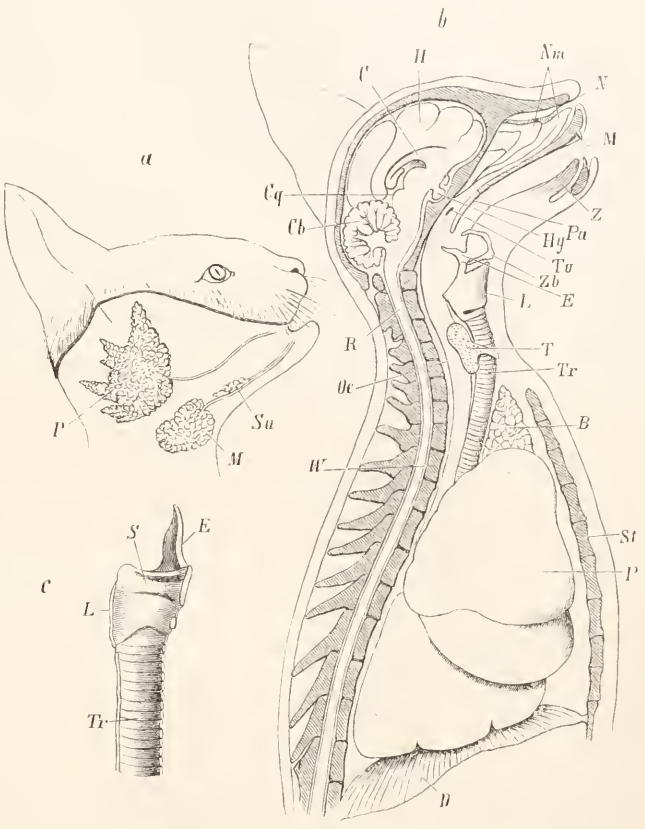
und zeichnen sich jenen gegenüber meist — in manchen Fällen trifft das umgekehrte Verhältniss zu — sowohl durch die Grösse und Zahl der Wurzeln, als den Umfang der Krone aus. Die vorderen Backzähne sind in der Regel auch kleiner und mit mehr scharfspitziger als höckeriger Krone versehen, sie fallen leichter aus und heissen deshalb auch Lückenzähne. Man bedient sich zur einfachen Darstellung des Gebisses bestimmter Formeln, in denen die Zahl der Vorder- und Eckzähne, Praemolaren und Molaren in Ober- und Unterkinnlade angegeben ist (z. B. für das Gebiss des Menschen der Formel $\frac{2}{2}\frac{1}{1}\frac{2}{2}\left|\frac{3}{3}\right.$). Die noch nicht durch Ausfall hinterer Backzähne oder seitlicher Schneidezähne reducirte Normalzahl des diphyodonten Gebisses führt zur Normalform $\frac{3}{3}\frac{1}{1}\frac{4}{4}\left|\frac{3}{3}\right.$ (oder vielleicht $\frac{3}{1}\frac{1}{1}\frac{4}{4}\left|\frac{4}{4}\right.$), wie wir sie bei den *Creodonten* und den ältesten *Ungulaten* finden.

Von der Entwicklung des Säugethierzahnes ist hervorzuheben, dass die Schmelzanlage des Zahnes dem Epithel der „Primitivfalte“ oder „Zahnleiste“ entstammt, welches in früher Fötalzeit längs der Kieferanlage in die Tiefe wuchert. Die unter der Primitivfalte entstehenden zapfenförmigen Dentinkeime der Cutis wachsen jener entgegen, welche über jedem derselben eine kolbige Anschwellung bildet, die zu einem kappenartigen Aufsatze des Dentinkeimes, dem Schmelzkeim, wuchert, während sich das umgebende Bindegewebe als „Zahnsäckchen“ verdichtet. Jener gestaltet sich unter allmäliger Abschnürung von der Primitivfalte zu dem Schmelzsäckchen um, indem sich die inneren, sternförmig werdenden Zellen zu einer schleimigen Schmelzpulpa verflüssigen. Dagegen gewinnt das dem Dentinkeim auflagernde Zellenstratum eine hohe cylindrische Form und erzeugt die Schmelzsubstanz. Nicht sämmtliche Zahnanlagen stehen auf der gleichen Entwicklungsstufe, vielmehr sind einzelne vor den anderen vorausgeschritten und kommen demgemäss auch früher zum Durchbruch. Die bleibenden Zähne, welche vielleicht scheinbar als besondere Serie (zweite Dentition) unter Verdrängung der früher hervorgebrochenen und als Milchzähne fungirenden Zähne zum Durchbruch gelangen, bilden sich im Zusammenhang mit dem Schmelzkeim der Milchzähne aus Schmelzkeimen des Primitivfaltenrestes. Nach Baume [1]) sollen die Keime der Ersatzzähne von der Epithelleiste direct und ohne Zusammenhang mit den Schmelzkeimen der betreffenden Milchzähne entstehen. Ihrer Anlage nach sind sie somit schon sehr frühe vorhanden, und dementsprechend sieht man in dem Milchgebiss die Summe aller Zähne, welche im ursprünglichen Gebisse persistirten, im secundären diphyodonten Gebisse dagegen gleichzeitig ihren Platz nicht behaupten konnten. Wenn diese Vorstellung richtig ist, müssten die Stammformen der Säugethiere mindestens 76 Zähne, nämlich die Summe des alten definitiven Gebisses $J\frac{3}{3}\,C\frac{1}{1}\,Pr\,\frac{4}{4}\,M\frac{3}{3}$ und des zugehörigen Milchgebisses $J\frac{3}{3}\,C\frac{1}{1}\,D\frac{4}{4}$ besessen

[1]) Vergl. R. Baume, Odontologische Forschungen. I. Leipzig, 1882.

haben. In der That zeichnen sich die ältesten bis jetzt bekannt gewordenen Gebisse der jurassischen Säugethiere (*Peraspalax*, *Stylodon* und *Peralestes*) durch eine hohe Zahnzahl aus, die beinahe jene Summe erreicht. Zudem zeigten sie im Baue ihrer Backenzähne Beziehungen zu dem sectorial-tuberculären und tritubercularen Typus, nach Cope der Grundform des *Fleischfresser-* und *Ungulaten*zahnes.

Fig. 830.



Eingang des Verdauungsapparates, sowie die Respirationsorgane des Kätzchens, nach C. Heider. *a* Kopf mit den freigelegten Speicheldrüsen. *P* Parotis, *M* Submaxillaris, *Su* Sublingualis. *b* Längsschnitt durch Kopf und Brust, die Respirationsorgane in der Seitenansicht. *N* Nasenöffnung, *Nm* Nasenmuscheln, *M* Mundöffnung, *Z* Zunge, *Pa* Gaumensegel, *Oe* Oesophagus, *L* Kehlkopf, *E* Kehldeckel (Epiglottis), *Zb* Zungenbein, *Tr* Trachea, *P* Lunge, *D* Zwerchfell, *T* Thyreoidea, *B* Thymus, *Tu* Oeffnung der Tuba Eustachii in den Rachen, *H* Grosshirnhemisphäre, *C* Corpus callosum, *Cq* C. quadrigeminum, *Cb* Cerebellum, *R* Rückenmark, *Hy* Hirnanhang (Hypophysis), *W* Wirbelsäule, *St* Sternum. *c* Längsschnitt durch den Kehlkopf (*L*) und den Anfangstheil der Trachea (*Tr*). *S* Stimmband, *E* Kehldeckel.

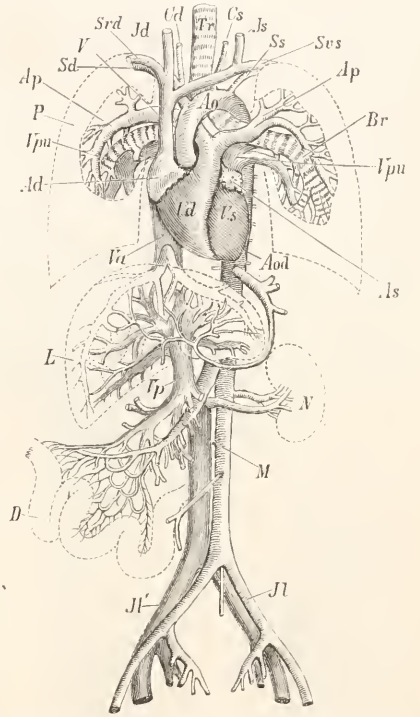
Neben den Hartgebilden im Eingange der Verdauungshöhle sind für die Einführung und Bearbeitung der Speise weiche, bewegliche Lippen an den Rändern der Mundspalte und eine fleischige, sehr verschieden geformte Zunge am Boden der Mundhöhle von wesentlicher Bedeutung. (Fig. 830.) Erstere werden bei den Kloakenthieren durch Schnabelränder ersetzt, die Zunge fehlt jedoch in keinem Falle, kann aber wie bei den Walen vollständig angewachsen sein und der Beweglichkeit entbehren. Gewöhnlich ragt die Zunge mit freier Spitze am Boden der Mundhöhle hervor und erscheint an ihrem vorderen Theile vornehmlich zum Tasten und Fühlen, in einzelnen Fällen aber auch zum Ergreifen (Giraffe) und Erbeuten (Ameisenfresser) der Nahrung befähigt. Auf ihrer oberen Fläche erheben sich mannigfach gestaltete, oft verhornte und Widerhäkchen tragende Papillen, unter denen nur die weichen *Papillae circum-*

vallatae am Zungengrunde eine Beziehung zur Geschmacksempfindung haben. Als Stütze der Zunge dient das Zungenbein, dessen vordere Hörner sich an den Griffelfortsatz des Schläfenbeines anheften, während die hinteren den Kehlkopf tragen, sodann ein das Os entoglossum vertretender Knorpelstab (*Lytta*). Unterhalb der Zunge tritt zuweilen (Chiropteren, Prosimiae) eine einfache oder doppelte Hervorragung auf, welche als Unterzunge bezeichnet wird. Auch seitlich wird die Mundhöhle von einer muskulösen Haut begrenzt, welche sich nicht selten bei Nagern, Affen etc. in weite Aussackungen, sogenannte Backentaschen, erweitert. Als den Säugethieren eigenthümliches Gebilde ist das Gaumensegel (*Palatum molle*) zu erwähnen, welches die Grenze zwischen Mundhöhle und Rachen (*Pharynx*) bildet. Mit Ausnahme der Fleisch-fressenden Cetaceen besitzen alle Säugethiere Speicheldrüsen, eine Ohrspeicheldrüse (*Parotis*), eine *Submaxillaris* und *Sublingualis*, deren flüssiges Secret vornehmlich bei den Pflanzenfressern in reicher Menge ergossen wird. Die auf den weiten Schlund folgende Speiseröhre bildet nur ausnahmsweise kropfartige Erweiterungen und besitzt meist eine ansehnliche Länge, indem sie erst unterhalb des Zwerchfelles in den Magen einführt (pag. 64, Fig. 52). Dieser stellt in der Regel einen einfachen, quergestellten Sack dar, zerfällt aber häufig in eine Anzahl von Abschnitten, die, am vollkommensten bei den Wiederkäuern ausgeprägt, als verschiedene Mägen unterschieden werden. Der Pylorusabschnitt zeichnet sich vornehmlich durch den Besitz von Labdrüsen aus und schliesst sich vom Anfang des Dünndarms durch einen Ringmuskel nebst nach innen vorspringender Falte mehr oder minder scharf ab. Der Darmcanal zerfällt in Dünndarm und Dickdarm, deren Grenze durch das Vorhandensein sowohl einer Klappe, als eines namentlich bei Pflanzenfressern mächtig entwickelten Blinddarms bezeichnet wird. Die vordere Partie des Dünndarms, das Duodenum, enthält in seiner Schleimhaut die sogenannten Brunner'schen Drüsen und nimmt das Secret der ansehnlichen Leber und Bauchspeicheldrüse auf. Zuweilen entbehrt die mehrfach gelappte Leber einer Gallenblase; ist diese aber vorhanden, so vereinigen sich Gallenblasengang (*D. cysticus*) und Lebergallengang (*D. hepaticus*) zu einem gemeinsamen Ausführungsgange (*D. choledochus*). Der Dünndarm zeigt die beträchtlichste Länge bei den Gras- und Blätterfressern und ist sowohl durch die zahlreichen Falten und Zöttchen seiner Schleimhaut, als durch den Besitz einer grossen Menge von Drüsengruppen (Lieberkühn'sche, Peyer'sche Drüsen) ausgezeichnet. Der Endabschnitt des Dickdarms, der Mastdarm, mündet mit Ausnahme der durch den Besitz einer Kloake an die Verhältnisse bei niederen Vertebraten anschliessenden *Monotremen* hinter der Urogenitalöffnung, wenn auch zuweilen mit dieser noch (*Marsupialia*) von einem gemeinsamen Walle umgrenzt.

Das Herz (Fig. 831) der Säugethiere ist ebenso wie das der Vögel in eine rechte venöse und linke arterielle Abtheilung mit Vorhof und Kammer (zuweilen wie bei *Halicore* auch äusserlich) gesondert. Von einem Pericardium umschlossen, entsendet dasselbe einen Aortenstamm, welcher einen linken

Aortenbogen (*Arcus Aortae*) bildet, aus welchem häufig zwei Gefässstämme, eine rechte Anonyma mit den beiden Carotiden und der rechten Subclavia, und eine linke Subclavia, oder wie bei dem Menschen drei Gefässstämme, eine rechte Anonyma mit rechter Carotis und rechter Subclavia, eine linke Carotis und linke Subclavia nebeneinander entspringen. In den rechten Vorhof münden in der Regel eine untere und eine obere Hohlvene, seltener wie bei den Nagern, Monotremen und dem Elephanten ausser der unteren zwei obere Hohlvenen ein. Wundernetze sind namentlich für arterielle Gefässe bekannt geworden und finden sich an den Extremitäten grabender und kletternder Thiere (*Stenops*, *Myrmecophaga*, *Bradypus* etc.), an der Carotis rings um die Hypophysis bei Wiederkäuern, bei den letzteren auch an der Ophthalmica in der Tiefe der Augenhöhle, endlich an den Intercostalarterien und den Venae iliacae der Delphine. Ein Nieren-Pfortadersystem fehlt stets. Das mit zahlreichen Lymphdrüsen versehene System der Lympfgefässe mündet durch einen links verlaufenden Hauptstamm (*Ductus thoracicus*) in die obere Hohlvene ein. Von den sogenannten Blutgefässdrüsen haben die Milz, sowie die vornehmlich in früher Jugendzeit entwickelte *Thymus* und die Schilddrüse (*Thyreoidea*) (Fig. 830) eine allgemeine Verbreitung.

Fig. 831.

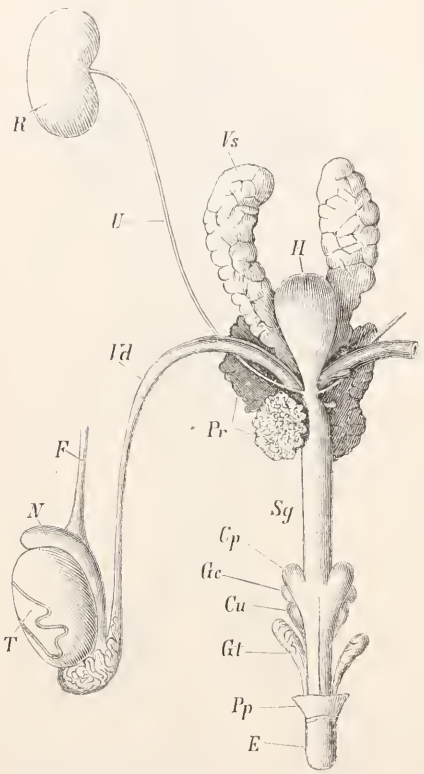


Kreislaufsapparat des Menschen, aus Owen (nach Allen Thomson). *Vd* Rechter Ventrikel. *Vs* linker Ventrikel, *Ad* rechtes Atrium, *As* linkes Atrium, *Ao* Arcus aortae, *Aod* Aorta descendens, *Cd* Carotis dextra, *Cs* C. sinistra, *Sd* Arteria subclavia dextra, *Ss* A. subclavia sinistra, *M* A. mesenterica superior, *Jl* A. iliaca communis, *Va* Vena cava ascendens, *V* V. cava descendens, *Jl'* V. iliaca communis, *Vp* V. portae, *Jd* Jugularis dextra, *Js* J. sinistra, *Svd* Vena subclavia dextra, *Svs* V. subclavia sinistra, *Ap* Arteria pulmonalis, *Vpu* Vena pulmonalis, *Tr* Trachea, *Br* Bronchien, *P* Lunge, *L* Leber, *N* Niere, *D* Darm.

Die paarigen Lungen (Fig. 830) sind frei in der Brusthöhle suspendirt und zeichnen sich durch den Reichthum der Bronchialverästelungen aus, deren feinste Ausläufer mit konischen, trichterförmigen, an den Seitenflächen mit Ausbuchtungen versehenen Erweiterungen (*Infundibula*) enden. Die Athmung geschieht vornehmlich durch Bewegungen des Zwerchfelles (*Diaphragma*), welches eine vollkommene, meist quergestellte Scheidewand zwischen Brust und Bauchhöhle bildet und bei der Contraction seiner muskulösen Theile als Inspirationsmuskel wirkt, d. h. die Brusthöhle erweitert. Daneben kommen allerdings auch Hebungen und Abductionen der Rippen bei der Erweiterung des Thorax in Betracht. Die Luftröhre verläuft in der Regel gerade, ohne Windungen und theilt sich an ihrem unteren Ende in

zwei zu den Lungen führenden Bronchien, zu denen jedoch noch ein kleiner Nebenbronchus der rechten Seite hinzukommen kann. Dieselbe wird durch knorpelige, hinten offene Halbringe, nur ausnahmsweise durch vollständige Knorpelringe gestützt und beginnt in der Tiefe des Schlundes hinter der Zungenwurzel mit dem Kehlkopf (*Larynx*), welcher, von den hinteren Hörnern des Zungenbeins getragen, durch den Besitz von unteren Stimmbändern, complicirten Knorpelstücken (Ringknorpel, Schildknorpel, Giesskannenknorpel) und Muskeln zugleich als Stimmorgan eingerichtet ist. Nur die Cetaceen gebrauchen ihren Kehlkopf, welcher im Grunde des Pharynx pyramidal bis zu den Choanen hervorsteht, ausschliesslich als Luftweg. Die spaltförmige Stimmritze wird von einer beweglichen (bei den Cetaceen fast röhrenförmigen) *Epiglottis* überragt, welche am oberen Rande des Schildknorpels festsitzt, beim Herabgleiten der Speise sich senkt und die Stimmritze schliesst. Zuweilen finden sich am Kehlkopf häutige oder knorpelige Nebenräume, welche theils wie die Luftsäcke von *Balaena* die Bedeutung von Luftbehältern haben, theils wie bei manchen Affen als Resonanzapparate zur Verstärkung der Stimme dienen und bei *Mycetes* zum Theil in den gehöhlten Zungenbeinkörper eintreten.

Fig. 832.



Harn- und Geschlechtsorgane von *Cricetus vulgaris*, nach Gegenbaur. *R* Niere, *U* Ureter, *H* Harnblase, *T* Hoden, *F* Funiculus spermaticus (Samenstrang), *N* Nebenhoden, *Vd* Vas deferens, *Vs* Samenbläschen (Vesicula seminalis), *Pr* Prostata, *Sg* Sinus urogenitalis (Urethra), *Gc* Cowper'sche Drüsen, *Gt* Tyson'sche Drüsen, *Cp* Corpora cavernosa penis. *Cu* C. cavernosum urethrae, *E* Glans penis (Eichel), *Pp* Praeputium.

Die Nieren (Fig. 832) bestehen zuweilen noch (Seehunde, Delphine) aus abgesetzten, am Nierenbecken vereinigten Läppchen, erscheinen jedoch in der Regel als compacte Drüsen von bohnenförmiger Gestalt und liegen in der Lendengegend ausserhalb des Bauchfelles. Die aus dem sogenannten Nierenbecken entspringenden Harnleiter münden stets in eine vor dem Darm gelegene Harnblase ein, deren Ausführungsgang, *Urethra*, in mehr oder minder nahe Beziehung zu dem Leitungsapparate der Genitalorgane tritt und zu einem vor dem After ausmündenden *Sinus* oder *Canalis urogenitalis* wird. Oberhalb der Niere findet sich ein als Nebenniere bezeichnetes Organ (*Glandula suprarenalis*).

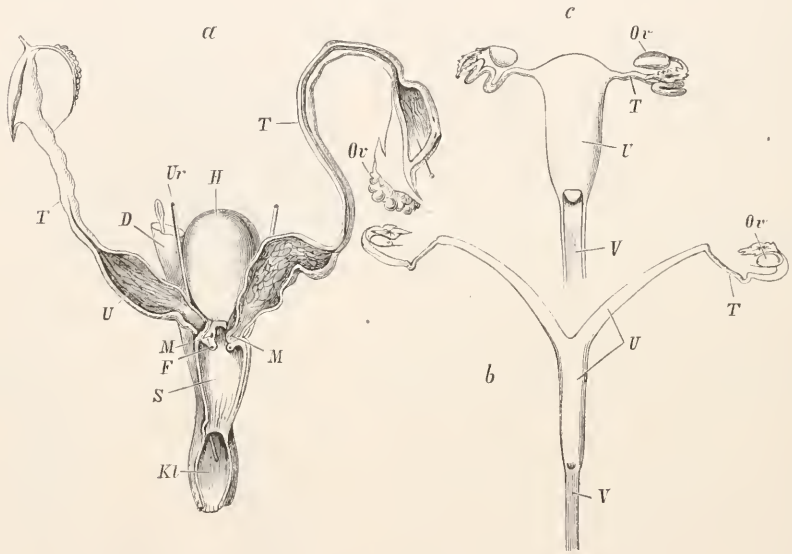
Für die männlichen Geschlechtsorgane (Fig. 832) der meisten Säugethiere ist zunächst die Lagenveränderung der oval-rundlichen Hoden charak-

teristisch. Nur bei den Monotremen und Cetaceen bleiben die Hoden in ihrer ursprünglichen Lage in der Nähe der Nieren, in allen anderen Fällen senken sie sich bis vor das Becken herab, und treten unter Vorstülpung des Bauchfelles in den Leistencanal (viele Nager), häufiger noch aus diesem hervor in eine doppelte, zum Hodensack umgestaltete Hautfalte ein. Nicht selten (Nager, Flatterthiere, Insectenfresser) steigen sie jedoch nach der Brunstzeit mit Hilfe der als *Cremaster* vom schiefen Bauchmuskel gesonderten Muskelschleife durch den offenen Leistencanal wieder in die Bauchhöhle zurück. Während der Hodensack (*Scrotum*) in der Regel hinter dem Penis liegt, entsteht derselbe bei den Beutelthieren durch eine Ausstülpung des Integuments unmittelbar am Eingang des Leistencanals vor dem männlichen Begattungsglied. Die aus der Urniere (Wolff'scher Körper) hervorgegangenen, knäuelförmig gewundenen Ausführungsgänge der Hoden gestalten sich zum Nebenhoden und führen in die beiden Vasa deferentia, welche unter Bildung drüsenartiger Erweiterungen (Samenbläschen) dicht nebeneinander in die Urethra einmünden. An dieser Stelle münden die Ausführungsgänge der sehr verschieden gestalteten, oft in mehrfache Drüsengruppen zerfallenen *Prostata*, weiter unten ein zweites Drüsenpaar, die *Cowper'schen Drüsen*, in die Urethra ein. Häufig erhalten sich zwischen den Mündungen der Samenleiter Reste der im weiblichen Geschlechte zum Leitungsapparate verwendeten Müller'schen Gänge (das sogenannte Weber'sche Organ [*Uterus masculinus*]), deren Theile sich in den Fällen sogenannter Zwitterbildung bedeutend vergrössern und in der dem weiblichen Geschlechte eigenthümlichen Weise differenziren können. Ueberall schliessen sich dem Ende der als Urogenitalcanal fungirenden Urethra äussere Begattungstheile an, welche stets einen schwellbaren, bei den Monotremen in einer Tasche der Kloake verborgenen *Penis* (Ruthe) bilden. Derselbe wird durch cavernöse Schwellkörper gestützt, die sich bei den Kloakenthieren noch auf paarige *Corpora cavernosa urethrae* beschränken; bei den übrigen Säugethieren treten zu dem unpaar gewordenen, die Urethra umgebenden cavernösen Körper der Urethra zwei obere *Corpora cavernosa penis* hinzu, welche von den Sitzbeinen entspringen und nur selten untereinander verschmelzen. Auch können sich knorpelige oder knöcherne Stützen, sogenannte Penisknochen (Raubthiere, Nager) entwickeln, besonders häufig im Innern der von dem Schwellkörper der Urethra gebildeten Eichel (*Glans*), welche nur ausnahmsweise (Monotremen, Beutler) gespalten ist, in ihrer Form aber mannigfach wechselt und in einer an Drüsen (*Gl. Thysonianae*) reichen Hautduplicatur (Vorhaut, *Praeputium*) zurückgezogen liegt.

Die Ovarien (Fig. 833) verhalten sich nur bei den Monotremen in Folge rechtsseitiger Verkümmerung unsymmetrisch. In allen anderen Fällen sind dieselben beiderseits gleichmässig entwickelt und finden sich, in Falten des Peritoneums eingelagert, in unmittelbarer Nähe der trichterförmig erweiterten Ostien des Leitungsweges, zuweilen von denselben sogar vollständig umschlossen. Dieser gliedert sich in die mit freiem Ostium beginnende Tube,

welche in allen Fällen paarig bleibt, in den erweiterten, zuweilen paarigen, häufiger unpaaren Mittelabschnitt, den *Uterus*, und den mit Ausnahme der Beutler unpaaren Endabschnitt, die *Vagina* oder Scheide, welche hinter der Oeffnung der Urethra in den kurzen Urogenitalsinus oder Vorhof mündet. Bei den Monotremen münden die beiden schlauchförmigen Fruchtbehälter, ohne eine Vagina zu bilden, auf papillenartigen Erhebungen in den noch mit dem Darm in eine Kloake zusammenmündenden Urogenitalsinus ein. (Fig. 833 *a*.) Nach den verschiedenen Stufen der Duplicität des Fruchtbehälters (bei vorhandener Vagina) unterscheidet man den *Uterus duplex*, mit äusserlich mehr oder minder durchgeführter Trennung und doppeltem Muttermund (Nage-

Fig. 833.

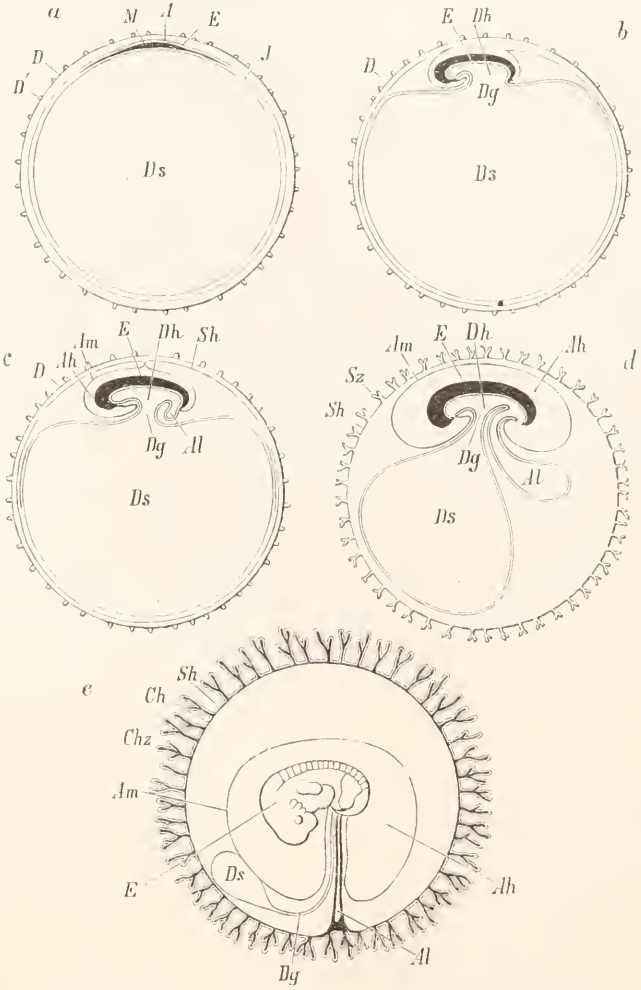


Weibliche Geschlechtsorgane. *a* Von *Ornithorhynchus* nach Owen, *b* von *Viverra genetta*, *c* von *Cercopithecus nemestrinus*. *Ov* Ovarium, *T* Oviduct (Tube), *U* Uterus, *V* Vagina, *H* Harnblase, *Ur* Ureter, *M* Mündung des Uterus, *F* Einmündung des Ureter, *S* Sinus urogenitalis, *Kl* Kloake, *D* Darm, dessen Einmündung in die Kloake durch eine eingeführte Sonde bezeichnet ist.

thiere, Beutler), den *Uterus bipartitus*, mit einfachem Muttermund, aber fast vollkommener innerer Scheidewand (Nagethiere), den *Uterus bicornis* (Fig. 833 *b*) mit gesonderten oberen Hälften der beiden Fruchtbehälter (Hufthiere, Carnivoren, Cetaceen, Insectivoren), und endlich den *Uterus simplex* (Fig. 833 *c*), mit durchaus einfacher Höhle, aber um so kräftigeren Muskeln der Wandung (Primaten). Das Vestibulum mit seinen der Cowper'schen Drüsen entsprechenden *Duverney*'schen (*Bartholin*'schen) Drüsen grenzt sich von der Scheide durch eine Einschnürung, zuweilen auch durch eine innere Schleimhautfalte (*Hymen*) ab. Die äusseren Geschlechtstheile werden durch zwei äussere Hautwülste, die den Scrotalhälften entsprechenden grossen Schamlippen, durch kleinere (übrigens nicht immer vorhandene) innere Schamlippen zu den Seiten der Geschlechtsöffnung und durch die der Ruthe gleichwerthige, mit Schwell-

geweben und Eichel versehene *Clitoris* gebildet. Diese kann zuweilen (bei den Klammeraffen) eine ansehnliche Grösse erreichen und von der Urethra durchbohrt sein (Nagethiere, Maulwurf, Halbaffen). In solchen Fällen einer Clitoris perforata kommt es natürlich nicht zur Entstehung eines gemeinsamen Urogenitalsinus. Morphologisch repräsentiren die weiblichen Genitalien eine frühere Entwicklungsstufe der männlichen, welche in den Fällen sogenannter Zwitterbildung durch Bildungshemmung eine mehr oder minder weibliche Gestaltung erhalten können. In der Regel werden beide Geschlechter an der verschiedenen Form der äusseren Genitalien leicht unterschieden. Häufig prägt sich in der gesammten Erscheinung ein Dimorphismus aus, indem das grössere Männchen eine abweichende Haarbekleidung trägt, zu einer lauteren Stimme befähigt ist und durch den Besitz starker Zähne oder besonderer Waffen (Geweihe) ausgezeichnet erscheint. Dagegen bleiben die Milchdrüsen, welche in der Inguinalgegend, am Bauche und an der Brust liegen können und fast ausnahmslos in Zitzen oder Saugwarzen auslaufen, im männlichen Geschlechte rudimentär.

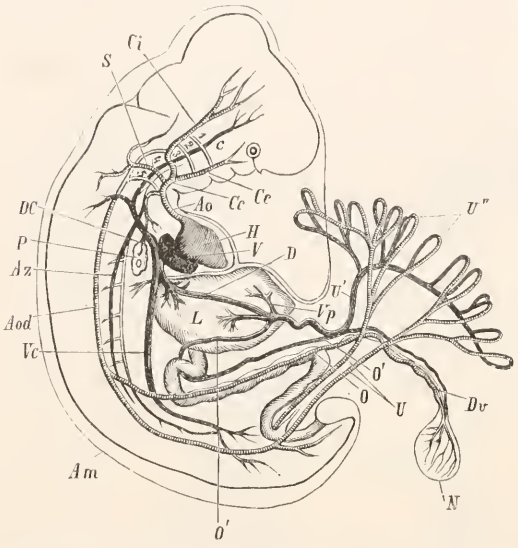
Fig. 834.



Schematische Figuren zur Darstellung der Entwicklung der fötalen Eihüllen eines Säugethieres, nach Kölliker. *a* Ei mit erster Embryonalanlage; *b* Ei mit in Bildung begriffenem Dottersacke und Amnion; *c* Ei mit sich schliessendem Amnion und hervorsprossender Allantois; *d* Ei mit zottentragender seröser Hülle, Embryo mit Mund- und Afteröffnung; *e* Ei, bei dem die Gefässschicht der Allantois sich rings an die seröse Hülle angelegt hat und in die Zotten derselben hineingewachsen ist, Dottersack verkümmert, Amnionhöhle im Zunehmen begriffen. *D* Dotterhaut, *D'* Zöttchen der Dotterhaut, *Sh* seröse Hülle, *Sz* Zotten der serösen Hülle, *Ch* Chorion (Gefässschicht der Allantois), *Chz* Chorionzotten (aus Chorion und Serosa bestehend), *Am* Amnion, *Ah* Amnionhöhle, *E* Embryonalanlage (Embryo), *A* dieser angehörende Verdickung des äusseren Blattes, *M* des mittleren Blattes, *J* inneres Blatt, *Ds* Höhle der Keimblase, später Höhle des Dottersackes (Nabelblase), *Dh* Darmhöhle, *Dg* Dottergang, *Al* Allantois.

Die Zeit der Fortpflanzung (Brunst) fällt meist in das Frühjahr, selten gegen Ende des Sommers (Wiederkäuer) oder selbst in den Winter (Wildschwein, Raubthiere). Eine unabhängig von der Begattung eintretende Erscheinung, von welcher die Brunst im weiblichen Geschlechte begleitet wird, ist der Austritt eines oder mehrerer Eier aus den Follikeln des Ovariums (Graaf'schen Follikeln), in denen sie sich entwickeln, in die Tuben. Die Eier der Säugethiere, erst durch C. E. v. Baer entdeckt, sind ausserordentlich klein (von $^1/_{20}$ bis $^1/_{10}$ Linie im Durchmesser) und von einer stark lichtbrechenden Schicht (*Zona pellucida*) umgeben, um die sich nicht selten in den Eileitern eine Eiweisshülle ablagert. Die Befruchtung des Eies scheint überall im Eileiter zu erfolgen, in welchem dasselbe die totale Dotterfurchung durchläuft. *Amnion* und *Allantois* sind auch den Säugern zukommende Bildungen. Im Uterus erhält das Ei eine zottige, durch Auswüchse der nach Schluss des Amnions den Dotter aussen bedeckenden serösen Haut (*Serosa*) gebildete Umhüllungshaut (*Chorion*), welche die Befestigung des Eies an der Uterinwand vermittelt. (Fig. 834.) Später legt sich auch der peripherische Theil der Allantois an das Chorion an und wächst in der Regel mit seinen Gefässen in die Zöttchen ein (*secundäres Chorion*), so dass sich eine verhältnissmässig grosse Fläche fötaler Gefässverzweigungen entwickelt, deren Blut mit dem Blute der Uterinwand in einen engen endosmotischen Verkehr tritt. Durch diese Verbindung von Allantois und Chorion des Fötus mit der Uterinwandung entsteht der sogenannte Mutterkuchen (*Placenta*), durch welchen die Ernährung und Respiration des Fötus von dem Körper des Mutterthieres aus vermittelt wird. Die Placenta fehlt nur bei den Monotremen und Beutlern, welche deshalb als *Aplacentalia* den übrigen Säugern, *Placentalia*, gegenübergestellt werden. In ihrer besonderen Ausbildung und in der Art ihrer Verbindung mit der Uterinwand zeigt die Placenta in den einzelnen Ordnungen bedeutende Verschiedenheiten. Entweder bleiben die Zotten der Placenta mit der Uterinwand in loser

Fig. 835.



Schematische Darstellung der Anordnung der Hauptgefässe in einem menschlichen Fötus, nach Huxley. *H* Herzkammer, *V* Vorhof, *Ao* Aortenstamm, *Cc* Carotis communis, *Ce* C. externa, *Ci* C. interna, *S* Arteria subclavia, *1, 2, 3, 4, 5* die Aortenbögen, von denen der bleibende linke nicht sichtbar, *Aod* Aorta descendens, *O* Arteria omphalomeseraica, *O'* Vena omphalomeseraica, *U* Arteriae umbilicales mit den placentaren Verzweigungen (*U''*), *U'* Vena umbilicalis, *Vp* Pfortader (Vena portae), *Vc* Vena cava inferior, *C* vordere Cardinalvene, *D* Ductus venosus Arantii, *DC* Ductus Cuvieri, *Az* Vena azygos, *P* Lunge, *L* Leber, *N* Nabelblase, *Dv* Dottergang (Ductus omphalomeseraicus), *Am* Amnion.

Verbindung und lösen sich bei der Geburt aus derselben heraus (*Adeciduata*), oder sie verwachsen so innig mit den Drüsen der Uterinschleimhaut, dass diese bei der Geburt als *Decidua* mit abgelöst und zugleich mit dem fötalen Theil der Placenta als Nachgeburt ausgestossen wird (*Deciduata*). Im ersteren Falle kann sich bei vollständiger Umwachsung der Allantois die Placenta in zahlreichen zerstreuten Zotten über das ganze Chorion gleichmässig ausbreiten (*Pl. diffusa*, Hufthiere, Cetaceen) oder an verschiedenen Stellen kleine Wülste von Zotten, sogenannte *Cotyledonen* (Wiederkäuer) bilden. Im anderen Falle stellt sie entweder eine ringförmige Zone an der Eihaut dar (*Pl. annularis*, Raubthiere, Robben), oder führt, wenn sich die Verbindung der Allantois mit dem Chorion (wie bei den Menschen, Affen, Nagern, Insectenfressern, Fledermäusen) auf eine vereinzelte Stelle des Eies beschränkt, zur Bildung des scheibenförmigen Mutterkuchens (*Pl. discoidea*).

Mit Rücksicht auf die Bedeutung der Placenta als Respirationsorgan und der Functionslosigkeit der Lungen gestaltet sich auch der fötale Kreislauf anders als nach der Geburt. (Fig. 835.) Vom Herzen wird das Blut in die Aorta descendens getrieben, welche unten zwei grosse Gefässe für die Placenta (*Arteriae umbilicales*) abgibt. Das aus der Placenta durch eine Vene (*V. umbilicalis*) zurückkehrende Blut geht der Hauptmasse nach durch einen die Leber durchsetzenden Verbindungsgang (*Ductus venosus Arantii*) in die untere Hohlvene und aus dieser zum Theil in den rechten, zum grössten Theil jedoch in Folge einer besonderen Klappeneinrichtung sogleich in den linken Vorhof durch eine Oeffnung (*Foramen ovale*), welche in der Vorhofscheidewand zu dieser Zeit besteht. Das Blut, welches in die rechte Kammer gelangt, kehrt mit Ausnahme eines kleinen Theiles für die Lungen durch einen Verbindungsgang (*Ductus arteriosus Botalli*) der Arteria pulmonalis mit der Aorta direct in den Körperkreislauf zurück. Aus diesem Kreisverhältnisse geht hervor, dass mit Ausnahme der Vena umbilicalis alle arteriellen Gefässe gemischtes Blut führen.

Als Reste aus der ersten, vor Entstehung der Placenta fallenden Kreislaufsperiode finden sich noch die *Vasa omphalomeseraïca*, eine Arterie und eine Vene, welche der Nabelblase (*Vesicula umbilicalis*) angehören. Die Nabelblase ist der Dottersack, und wird dieser letztere beim Nichtvorhandensein von Nahrungsdotter so bezeichnet.

Die Dauer der Trächtigkeit richtet sich nach der Körpergrösse und Entwicklungsstufe, in welcher die Jungen zur Welt kommen. Am längsten währt dieselbe bei den grossen Land- und colossalen Wasserbewohnern (Hufthiere, Cetaceen), welche unter günstigen Verhältnissen des Nahrungserwerbes und geringen Bewegungsausgaben leben. Die Jungen dieser Thiere erscheinen bei der Geburt in ihrer körperlichen Ausbildung so weit vorgeschritten, dass sie gewissermassen als Nestflüchter der Mutter zu folgen im Stande sind. Relativ geringer ist die Tragzeit bei den Carnivoren, deren Junge nackt und mit geschlossenen Augen geboren werden und, den Nesthockern vergleichbar, längere Zeit noch völlig hilflos der mütterlichen Pflege und Sorgfalt bedürfen. Am

kürzesten aber währt dieselbe bei den Aplacentalien, den Monotremen und Beutlern. Bei diesen Thieren gelangen die frühzeitig geborenen Jungen (beim Känguru von Nussgrösse) in eine von Hautfalten gebildete Tasche der Inguinalgegend, hängen sich hier an die Zitzen der Milchdrüsen fest und werden gewissermassen in einem zweiten äusseren Fruchtbehälter ausgetragen, in welchem das Secret der Milchdrüsen stellvertretend für die noch nicht entwickelte Placenta die Ernährung sehr frühzeitig übernimmt. Die Zahl der geborenen Jungen wechselt ebenfalls überaus mannigfach in den verschiedenen Gattungen. Die grossen Säugethiere, welche länger als 6 Monate tragen, gebären in der Regel nur 1, seltener 2 Junge, bei den kleineren aber und einigen Hausthieren (Schwein) steigert sich dieselbe beträchtlich, so dass 12 bis 16, ja selbst 20 Junge mit einem Wurfe zur Welt kommen können. Meist deutet die Zitzenzahl des Mutterthieres auf die grössere oder geringere Zahl der Nachkommenschaft hin, welche nach der Geburt längere oder kürzere Zeit hindurch an den Zitzen der Milchdrüsen aufgesäugt (bei den *Monotremen* durch das Secret der Mammardrüsen ernährt) wird.

Manche Säugethiere leben einsiedlerisch und nur zur Zeit der Brunst paarweise vereinigt; es sind das vornehmlich solche Raubthiere, welche auf einem bestimmten Jagdreviere, wie der Maulwurf in eigenen unterirdischen Gängen, ihren Lebensunterhalt erjagen. Andere leben in Gesellschaften vereint, in welchen häufig die ältesten und stärksten Männchen die Sorge des Schutzes und der Führung übernehmen. Die meisten gehen am Tage auf Nahrungserwerb aus. Einige, wie die Fledermäuse, kommen in der Dämmerung und Nacht aus ihren Schlupfwinkeln zum Vorschein, auch die meisten Raubthiere und zahlreiche Hufthiere schlafen am Tage. Einige Nager, Insectenfresser und Raubthiere verfallen während der kalten, nahrungsarmen Jahreszeit in ihren oft sorgfältig geschützten Schlupfwinkeln und ausgepolsterten Erdbauten in einen unterbrochenen (Bär, Dachs, Fledermäuse) oder andauernden (Siebenschläfer, Haselmaus, Igel, Murmelthier) Winterschlaf und zehren während dieser Zeit, ohne Nahrung aufzunehmen, bei gesunkener Körperwärme, schwacher Respiration und verlangsamtem Kreislauf von den während der Herbstzeit aufgespeicherten Fettmassen. Wanderungen sind bekannt von den Renthieren, südamerikanischen Antilopen und dem nordamerikanischen Büffel, von Seehunden, Walen und Fledermäusen, insbesondere aber von dem Lemming, der in ungeheuren Schaaren von den nordischen Gebirgen aus nach Süden in die Ebenen wandert und sich in der Richtung seiner Reise durch keinerlei Hindernisse zurückhalten lässt, selbst Flüsse und Meeresarme durchsetzt.

Die geistigen Fähigkeiten erheben sich zu einer höheren Entwicklung als in irgend einer anderen Thierclasse. Das Säugethier besitzt Unterscheidungsvermögen und Gedächtniss, bildet sich Vorstellungen, urtheilt und schliesst, zeigt Neigung und Liebe zu seinem Wohlthäter, Abneigung, Hass und Zorn gegen seinen Feind; in seinem Wesen prägt sich ein bestimmter Charakter aus. Auch sind die Geisteskräfte des Säugethieres einer *Steigerung* und *Ver-*

vollkommnung fähig, die freilich schon wegen des Mangels einer articulirten Sprache in verhältnissmässig enge Schranken gebannt bleibt. Die Fähigkeit zur Erziehung und Abrichtung, welche einzelne Säugethiere vor anderen in hohem Grade kundgeben, haben diese zu bevorzugten Hausthieren, zu unentbehrlichen, für die Culturentwicklung des Menschen höchst bedeutungsvollen Arbeitern und Genossen des Menschen gemacht (Pferd, Hund). Immerhin aber bleibt dem Instinct im Leben des Säugethieres ein weites Terrain.

Zahlreiche Säugethiere zeigen Kunsttriebe, die sie zur Anlage von geräumigen Gängen und kunstvollen Bauten über und in der Erde befähigen, von Wohnungen, die nicht nur als Schlupfwinkel zum Aufenthalte während der Ruhe, sondern auch als Bruträume dienen. Fast sämmtliche Säugethiere bauen für ihre Brut besondere, oft mit weichen Stoffen überkleidete Lager, einige sogar wahre Nester, ähnlich denen der Vögel, aus Gras und Halmen über der Erde. Zahlreiche Bewohner von Gängen und Höhlungen der Erde tragen Wintervorräthe ein, von denen sie während der sterilen Jahreszeit, zuweilen nur im Herbste und Frühjahr (Winterschläfer) zehren.

Was die geographische Verbreitung der Säugethiere anbetrifft, so finden sich einzelne Ordnungen, wie die Flatterthiere und Nager, in allen Welttheilen vertreten. Von den Cetaceen und Pinnipedien gehören die meisten Arten den Polargegenden an. Ausschliesslich aus Beutelthieren — von einigen Nagern und Fledermäusen abgesehen — besteht die Fauna Neuhollands. Die ältesten fossilen Reste von Säugethieren finden sich im Trias (Keupersandstein) und Jura (Stonesfielder Schiefer, Unterkiefer) und weisen auf insectivore Beutelthiere hin. Erst in der Tertiärzeit tritt die Säugethierfauna in reicher Ausbreitung auf.

I. Unterclasse. **Monotremata** [1]**, Kloakenthiere.**

Aplacentale Säugethiere, mit reptilienähnlicher Gestaltung des Schultergürtels (Os coracoideum), zahnlosem schnabelförmigen Kiefer, mit persistirender Kloake.

Der wichtigste Charakter beruht auf dem Vorhandensein einer Kloake, indem wie bei den Reptilien das erweiterte Ende des Mastdarms die Mündungen der Geschlechts- und Harnwege aufnimmt. (Fig. 833 *a*.) Dieses Verhältniss, welches bei den übrigen Säugethieren einem vorübergehenden Zustande im Embryo entspricht, beweist die tiefe und ursprüngliche Stellung dieser Gruppe. Zu gleichem Schlusse berechtigt das Vorhandensein eines an das Brustbein angefügten Os coracoideum, welches bei allen übrigen Säugern auf einen Fortsatz am Schulterbein reducirt ist. Auch kann in diesem Sinne das Vorhandensein von zwei dem Schambeine angefügten Knochen verwerthet werden, welche als Beutelknochen bei den Marsupialien wiederkehren.

[1]) R. Owen, Article „Monotremata“ in Todd's Cyclopaedia of Anatomy, Vol. III, 1843. Klaatsch, Zur Morphologie der Säugethierzitzen. Morph. Jahrbuch, Tom. IX, 1883. Gegenbaur, Zur Kenntniss der Mammarorgane der Monotremen. Leipzig, 1886.

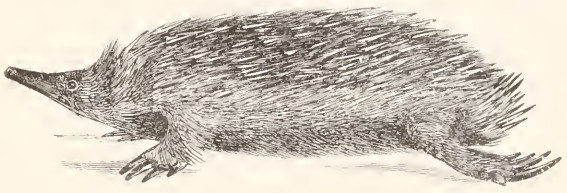
Zweifelsohne entspricht der Mangel der Bezahnung und die schnabelförmige Gestalt der Kiefer, welche beim Schnabelthiere breite Hornplatten tragen, einem secundären Verhältniss, da wir für die ältesten Vorfahren der Säugethiere ein reich bezahntes Gebiss vorauszusetzen haben. In der That haben neuere Untersuchungen nachgewiesen, dass die Schnabelthiere im jugendlichen Alter Dentinzähne besitzen, welche unter den sich später entwickelnden Hornplatten hinfällig werden. Nach Poulton sind diese beiden Backzähne ganz ähnlich gestaltet, wie die dem sogenannten Multitubercular-Typus zugehörigen Zähne verschiedener Säugethiere aus dem Trias (*Tritylodon*, *Mikrolestes*) und Jura (*Plagiaulax*, *Ctenacodon*). Auch noch im Eocän haben sich Reste von Säugethieren mit ähnlich gestalteten Zähnen, aber stark reducirtem Gebisse erhalten (*Ptelodon, Neoplagiaulax*, *Polymastodon*). Man hielt dieselben bislang für Beutler, da sie aber der für diese charakteristischen Einbiegung des Unterkiefereckfortsatzes entbehren und die hervorgehobene Aehnlichkeit mit den hinfälligen Backenzähnen des *Ornithorhynchus* aufweisen, scheint sich für die Herkunft der Monotremen ein neuer Gesichtspunkt eröffnet zu haben. Auch die einfache Gestaltung der inneren Organe bekundet die niedere Entwicklungsstufe. Am relativ kleinen Gehirn bleibt die Oberfläche der Hemisphären glatt und der Balken (Corpus callosum) überaus schwach. Die Hoden bewahren ihre ursprüngliche Lage vor den Nieren. Der kurze, aus den zwei Schwellkörpern der Urethra gebildete Penis liegt in einer in die Kloake einmündenden Tasche und nimmt durch eine an seiner Wurzel befindliche Oeffnung das Sperma aus dem Sinus urogenitalis auf, während der Harn durch die Kloake abfliesst. Das rechtsseitige Ovarium ist verkümmert, während das traubige Ovarium der linken Seite grosse Eier erzeugt. Die geschlängelten Oviducte erweitern sich in ihrem unteren Abschnitte zu einem muskulösen Eierbehälter und münden getrennt in den Sinus urogenitalis ein. Mammardrüsen sind vorhanden, erscheinen jedoch dem Ursprunge nach von den Milchdrüsen der übrigen Säugethiere verschieden und entbehren auch der Zitzen. Dagegen münden die zahlreichen Drüsenschläuche, welche aus tubulösen, mit Haarbälgen verbundenen Drüsen der Haut entstanden sind, auf einem kreisförmig umwallten Hautfeld (*Echidna*, Mammartasche), wie es in ähnlicher Weise bei den übrigen Säugethieren der Zitzenbildung vorausgeht. Während man bisher annahm, dass die Monotremen wie die Marsupialien überaus kleine und wenig entwickelte Junge gebären, haben Haacke und Caldwell nachgewiesen, dass ein weichhäutiges Ei, welches dem Reptilienei ähnlich ist, abgelegt wird. Das Schnabelthier soll zwei solcher Eier in eine Erdhöhle ablegen, der Ameisenigel dagegen jedesmal nur ein Ei in einen am Bauche sich entwickelnden Brutsack eintreten lassen und hier ausbrüten. Kloakenthiere wurden nur in Neuholland und Tasmanien, fossile Reste überhaupt nicht gefunden.

[1]) Olfield Thomas, On the Dentition of Ornithorhynchus. Proceedings of the Royal Society, 1889.

Ordnung. **Monotremata.** (Mit den Charakteren der Unterclasse.)

1. Fam. *Echidnidae*, Ameisenigel. Die äussere Körperform der Ameisenigel erinnert, wie die Bezeichnung treffend ausdrückt, an die Ameisenfresser unter den Edentaten und die Igel. Sie besitzen ein dichtes Stachelkleid und eine röhrenartig verlängerte Schnauze mit wurmförmig vorstreckbarer Zunge; ihre kurzen fünfzehigen Beine enden mit kräftigen Scharrkrallen, welche zum raschen Eingraben des Körpers vorzüglich geeignet sind. Das männliche Thier besitzt an den Hinterfüssen einen durchbohrten Sporn, welcher den Ausführungsgang einer Drüse enthält, der man längere Zeit, aber mit Unrecht, giftige Eigenschaften zuschrieb. Wahrscheinlich dient derselbe bei der Begattung als Reizmittel, da er in eine Grube des weiblichen Schenkels hineinpasst. *Echidna hystrix* Cuv. (Fig. 836), in Gebirgsgegenden des südöstlichen Neuholland. *E. setosa* Cuv., Vandiemensland. Eine dritte Art ist vor kurzer Zeit in Neu-Guinea entdeckt worden.

Fig. 836.



Echidna hystrix.

2. Fam. *Ornithorhynchidae*, Schnabelthiere. In der äusseren Körperform und Lebensweise combinirt das Schnabelthier, vom Entenschnabel abgesehen, Fischotter und Maulwurf, wie ja auch die Bezeichnung als Wassermaulwurf von den Ansiedlern Neuhollands treffend gewählt worden ist. Das Schnabelthier trägt einen dichten, weichen Haarpelz als Bekleidung des flachgedrückten Leibes und besitzt wie der Biber einen platten Ruderschwanz. Die Kiefer sind nach Art eines Entenschnabels zum Gründeln im Schlamme eingerichtet, aber jederseits mit zwei Hornzähnen bewaffnet und von einer hornigen Haut umgeben, welche sich an der Schnabelbasis in eigenthümlicher Weise schildartig erhebt. Die Beine sind kurz, ihre fünfzehigen Füsse enden mit starken Krallen, sind aber zugleich mit äusserst dehnbaren Schwimmhäuten versehen und werden daher sowohl zum Graben als Schwimmen gleich geschickt verwendet. Bei dem Männchen ist der Sporn der Hinterzehe wie bei *Echidna* entwickelt. *Ornithorhynchus paradoxus* Blumb. (Fig. 837), Schnabelthier, Neuholland und Vandiemensland.

Fig. 837.

Ornithorhynchus paradoxus.

II. Unterclasse. **Marsupialia** [1]**, Beutelthiere.**

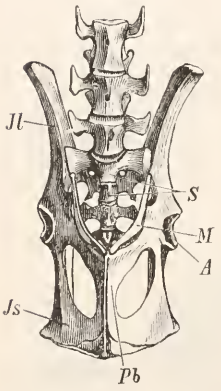
Aplacentale Säugethiere mit zwei Beutelknochen und einem von diesen getragenen, die Zitzen umfassenden Beutel, mit verschieden, meist reich bezahnten Kiefern und auf den letzten Praemolar beschränktem Zahnwechsel.

[1]) R. Owen, Article „Marsupialia“ in Todd's Cyclopaedia of Anatomy. Vol. III, 1842. Derselbe, Extinct Mammalia of Australia. London, 1877. G. R. Waterhouse, A natural history of the Mammalia. Vol. V: Marsupialia. London, 1846.

Der Hauptcharakter der Beutler liegt in dem Besitze zweier *Ossa marsupialia* (Fig. 838) und eines an der Bauchseite von zwei Hautfalten gebildeten Sackes oder Beutels (*Marsupium*), welcher die auf Zitzen befindlichen Oeffnungen der Milchdrüsen umschliesst und die hilflosen Jungen nach der Geburt aufnimmt. Die letztere tritt bei dem Mangel der Placenta ausserordentlich früh ein; selbst das Riesenkänguru, welches im männlichen Geschlecht fast Manneshöhe erreicht, trägt nicht länger als 39 Tage und gebiert einen blinden, nackten Embryo von nicht viel mehr als Zolllänge mit kaum sichtbaren Extremitäten, welcher vom Mutterthier in den Beutel gebracht wird, sich an einer der zwei oder drei Zitzen festsaugt und etwa acht bis neun Monate in dem Beutel verbleibt.

Die Ausführungsgänge der Harn- und Geschlechtsorgane bleiben auf einer niederen Stufe zurück. Die weiblichen Geschlechtsorgane bestehen aus zwei häufig traubigen Ovarien, deren Eileiter sich in zwei vollkommen getrennte Fruchtbehälter fortsetzen, welchen die eigenthümlich gestaltete, ebenfalls doppelte Scheide folgt. (Fig. 839 *a*.) Die beiden Scheiden bilden da, wo sie die Mündungen der Fruchtbehälter aufnehmen, einen gemeinsamen Abschnitt, der einen langen, in der Regel durch eine Querscheidewand getheilten Blindsack abgibt; von diesem Theil entspringen die Scheidencanäle als zwei henkelartig abstehende Röhren und münden in den Canalis urogenitalis ein. Da die äussere Oeffnung des letzteren mit dem After ziemlich zusammenfällt, kann man auch den Beutlern eine Art Kloake zuschreiben. Im männlichen Geschlecht endet die Ruthe in der Regel mit gespaltener Eichel (Fig. 839 *b*), entsprechend der doppelten Scheide des Weibchens.

Fig. 838.



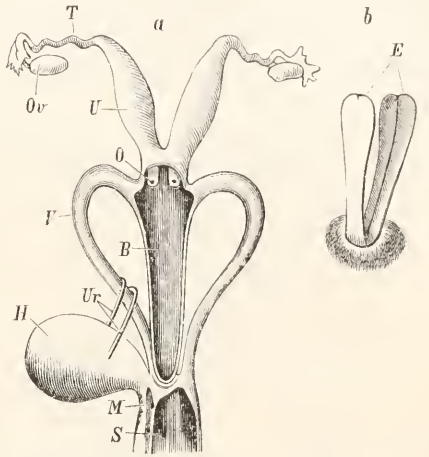
Das Becken mit dem angrenzenden Theile der Wirbelsäule von *Macropus*. *Jl* Ilium, *Pb* Os pubis, *Js* Ischium, *M* Beutelknochen (Ossa marsupialia), *A* Acetabulum (Hüftgelenkspfanne), *S* die beiden Sacralwirbel.

Den Monotremen gegenüber sind die Kiefer bezahnt, und zwar so reich und mannigfach, dass über den grossen Abstand des Beutlergebisses von dem ältesten mehr gleichartig bezahnten Säugethiergebiss kein Zweifel bestehen kann. Schon die ältesten der bislang bekannt gewordenen fossilen Ueberreste der Secundärzeit (*Phascolotherium*) zeigen eine Specialisirung der Bezahnung, welche auf das weit zurückliegende Alter der Säugethiere zurückschliessen lässt. Auch die Reduction des Zahnwechsels auf den hintersten Praemolar deutet nicht etwa ein ursprüngliches Verhältniss an, sondern weist (nach Flower und Huxley) auf den secundären Schwund der ursprünglich reichen Milchbezahnung hin, von der sich nur ein einziger Backenzahn in jedem Kiefer erhalten hätte. Freilich würde auch umgekehrt die ganze Bezahnung mit Ausnahme des einem Wechsel unterliegenden Zahnes die primäre sein können, zumal im Hinblick auf das Gebiss des *Wombats*, in welchem auch der Wechsel des einen Zahnes hinwegfällt und sämmtliche Zähne ohne abgeschlossene Wurzel bleiben.

Der immer wachsende Zahn repräsentirt die primitive Gestaltungsform und ist der Vorgänger des Wurzelzahnes mit abgeschlossenem Wachsthum. Charakteristisch ist für das Gebiss die grosse Zahl der Molaren, bei den meisten aber auch die der Incisiven. Jene sind auch bei den omnivoren und herbivoren Formen auf den tritubercular und tuberculärsectorialen Typus zurückzuführen.

Wie die Beutler in der besonderen Gestaltung ihres Gebisses Modificationen darbieten, die ähnlich, wenn auch in schärferen Gegensätzen, im Kreise der höheren Säugethiere wiederkehren, so erinnern auch die Specialisirungen, welche sich am Endtheile der Extremitäten vollziehen, an jene placentaler Säuger. Freilich schreitet die Reduction der Zehen in ganz anderer Weise als bei diesen vor, indem dieselbe von innen nach aussen erfolgt. Wo, wie bei den Kängurus und Verwandten, ähnlich wie bei Hufthieren, nur zwei Zehen als Hauptstützen der Extremität Verwendung finden, sind es daher die beiden äusseren, während die drei inneren ganz verkümmern. Im Allgemeinen herrscht die ursprüngliche Fünfzahl der Nägel- oder Krallen-tragenden Zehen vor. Nicht selten (*Didelphyiden* und *Carpophagen*) erscheint die Innenzehe der hinteren Extremität opponirbar.

Fig. 839.



a Weibliche Geschlechtsorgane von *Halmaturus*, nach Gegenbaur. *Ov* Ovarium, *T* Oviduct, *U* Uterus, *O* äusserer Muttermund, *V* Vagina, *B* Blindsack derselben, *Ur* Ureteren, *H* Harnblase, *M* Mündung derselben in den Sinus urogenitalis (*S*). *b* Gespaltener Penis von *Didelphys philander*, nach Otto aus Gegenbaur. *E* Hälften der Eichel.

In der äusseren Erscheinung, in der Art der Ernährung und Lebensweise weichen die Beutler beträchtlich von einander ab, und wiederholen im Allgemeinen unter allerdings bedeutender Modification die wesentlichen Typen der placentalen Säugethiere; viele sind Pflanzenfresser und nähern sich den Nagern oder den Hufthieren, andere sind omnivor, andere leben als echte Raubthiere von Insecten, Vögeln und Säugethieren. Die Wombats repräsentiren die Nagethiere, die flüchtigen, in gewaltigen Sätzen springenden Kängurus entsprechen den Wiederkäuern und vertreten gewissermassen in Australien das fehlende Wild, die Flugbeutler (*Petaurus*) gleichen den Flughörnchen, die kletternden Phalangisten (*Phalangista*) erinnern in Körperform und Lebensweise an die Fuchsaffen (*Lemur*), andere wie die *Peramelíden* an die Spitzmäuse und Insectivoren. Die wahren Raubbeutler schliessen sich in der Bildung des Gebisses ebensowohl den echten Carnivoren, als den Insectenfressern an, denen sie in der grossen Zahl ihrer kleinen Vorderzähne und spitzhöckerigen Backenzähne kaum nachstehen.

Die meisten Beutler bewohnen Neuholland, viele auch die Inseln der Südsee und die Molukken, die *Didelphyiden* mit der reichsten Bezahnung Südamerika. In Europa fehlen sie gegenwärtig gänzlich, waren jedoch zur Tertiärzeit daselbst in Didephis-ähnlichen Formen (*Peratherium*) verbreitet. Fossile Reste finden sich zuerst in der Secundärzeit (*Microlestes*, *Phascolotherium*, *Ampitherium*); besonders reich sind die pleistocänen Funde in Neuholland (*Thylacoleo*, *Diprotodon*).

1. Ordnung. **Pedimana, Handbeutler.**

Beutler mit reichbezahntem Raubthiergebiss und opponirbarer Innenzehe der hinteren Extremität.

Thiere von Rattengrösse, deren Gebiss an Insectenfresser und Carnivoren erinnert. Gebiss: $J\frac{5}{4}\ C\frac{1}{1}\ Pr\frac{4}{4}\ M\frac{4}{4}$. Gehören gegenwärtig durchaus Amerika an und sind wahrscheinlich die ältesten der jetzt lebenden Beutler.

Fam. *Didelphyidae*, Beutelratten. Mit beschupptem Wickelschwanz und fünf freien Zehen an Vorder- und Hintergliedmassen. Klettern vortrefflich. *Didelphys virginiana* Shaw., Opossum. *D. cancrivora* Gm., Krabbenbeutler, Brasilien. *D. oppossum*, *D. dorsigera* L., Aeneas-Ratte, Surinam. Das Weibchen trägt die Jungen, welche mit ihren Schwänzen den der Mutter umschlingen, auf dem Rücken.

Fam. *Chironectidae*. Die fünf Zehen der Hinterfüsse durch eine Schwimmhaut vereint. Leben von Fischen. *Chironectes variegatus* Ill., Südamerika.

2. Ordnung. **Rapacia, Raubbeutler.**

Beutler mit Raubthiergebiss, ohne opponirbare Innenzehe der Hintergliedmasse, mit kurzem, fast nacktem oder buschig behaartem Schwanz.

Der Kopf ist häufig stark zugespitzt und erinnert an Insectivoren oder hat eine mehr Carnivoren-ähnliche Gestalt. Das Gebiss zeigt eine geringere Zahl von Zähnen, von denen die Schneidezähne des Unterkiefers schräg nach vorne geneigt sind. Sind theilweise Kletterthiere, theilweise Springer und Läufer.

Fam. *Dasyuridae*, Beutelmarder. Schnauze minder zugespitzt, mehr gekürzt und gerundet, Gebiss mit nur $\frac{4}{3}$ Schneidezähnen. Vorder- und Hintergliedmassen mehr gleichmässig gestaltet, zum Laufen geeignet, die vorderen fünfzehig, die hinteren meist vierzehig. Schwanz lang behaart.

Myrmecobius Waterh., Ameisenbeutler. Bildet den Uebergang zu den Perameliden. Mit sehr zahlreichen scharf spitzigen Backenzähnen. Gebiss: $\frac{4}{3}\frac{1}{1}\frac{4}{4}\Big|\frac{5}{5}$. *M. fasciatus* Waterh., Südaustralien. *Phascogale penicillata* Temm., Beutelbilch. Blutdürstiges kühnes Raubthier von Eichhorngrösse, gewissermassen das Wiesel von Süd- und Westaustralien. Gebiss: $\frac{4}{3}\frac{1}{1}\frac{3}{3}\Big|\frac{4}{4}$. *Antechinus flavipes* Waterh., Beutelmaus. (Mittlere Schneidezähne nicht vergrössert. Schwanz nur kurz behaart.) *Dasyurus viverrinus* Geoffr., Beutelmarder. Gebiss: $J\frac{4}{3}\ C\frac{1}{1}\ Pr\frac{3}{4}\ M\frac{4}{3}$. Neusüdwales. *D.* (*Sarcophilus*) *ursinus* Geoff., Vandiemensland.

Thylacinus cynocephalus A. Wagn., Beutelwolf. Gebiss: $J\frac{4}{3}\ C\frac{1}{1}\ Pr\frac{4}{4}\ M\frac{4}{4}$. Der kühnste und stärkste Raubbeutler, von Schakalgrösse. Vandiemensland. Diluvial ist *Th. spelaeus*, sowie *Thylacoleo* Ow.

Fam. *Peramelidae*, Beuteldachse. Gebiss: $\frac{5}{3}\frac{1}{1}\frac{3}{3}\Big|\frac{4}{4}$. Mit schwachen Vorderbeinen, an welchen der Daumen und auch noch die fünfte Zehe verkümmern, und starken, zum Springen geeigneten Känguru-ähnlichen Hinterfüssen, ohne Innenzehe, mit verkümmerter zweiter und dritter Zehe. Erinnern an die Macrosceliden Afrikas. *Perameles nasuta* Geoffr., Nasenbantikut, Neusüdwales. *Chocropus castanotis* Gray. Vorderfüsse zweizehig.

3. Ordnung. **Carpophaga, Früchtebeutler.**

Beutler mit Frugivoren-Gebiss, opponirbarer Innenzehe an der hinteren Extremität und langem Wickel- oder Greifschwanz.

Im Gebiss nähern sich dieselben bereits den Kängurus. Sie besitzen drei obere und drei untere Schneidezähne; im Oberkiefer stets einen Eckzahn und meist fünf Backenzähne, von denen nur der vordere ein sogenannter Lückenzahn ist. An den fünfzehigen Hinterfüssen sind die zweite und dritte Zehe verwachsen, die Innenzehe aber als nagelloser Daumen opponirbar. Auch die Vorderfüsse sind fünfzehig. Dem Baumleben entsprechend dient der lange Schwanz als Wickel- und Greifschwanz.

Fig. 840.

Trichosurus vulpinus.

Fam. *Phalangistidae*. Von schlanker Körperform mit Greifschwanz. *Petaurus flaviventer* Desm. *P. pygmaeus* Desm., kaum 4 Zoll lang. Beutelflugeichhörnchen mit behaarter Flughaut. *Phalangista* (*Cuscus* Lacép.) *maculata*, Amboina. *Ph. ursina* Temm., Celebes. *P.* (*Trichosurus*) *vulpina* Desm. (Fig. 840.) *P. viverrina*, Neusüdwales. Hier schliesst sich an *Tarsipes rostratus* Gerv., Westküste Australiens.

Fam. *Phascolarctidae*, Beutelbären. Von gedrungener plumper Körperform, mit dickem Kopf, grossen Ohren und ganz rudimentärem Schwanz. *Phascolarctus cinereus* Goldf., Koala. Gebiss: $\frac{3}{1}\frac{1}{0}\frac{1}{1}\Big|\frac{4}{4}$. Neusüdwales.

4. Ordnung. **Poëphaga, Springbeutler.**

Gras und Kräuter fressende Beutler mit kleinem Kopf, schwachen Vorderbeinen, sehr kräftigen, zum Sprunge dienenden Hintergliedmassen, mit langem Stemmschwanz.

Ausser dem kleinen Kopf, den schwachen, kleinen fünfzehigen Vorderbeinen ist der ungemein entwickelte Hinterkörper charakteristisch, dessen bedeutend verlängerte Extremitäten zum Sprunge dienen und von dem langen, an der Wurzel verdickten Stemmschwanz unterstützt werden. Die kräftigen Hinterfüsse enden mit vier hufartig bekrallten Zehen, von denen die beiden inneren mit einander verwachsen sind, die folgende sehr lang und kräftig ist. Das Gebiss erinnert an das der Pferde, wenngleich die Zahl der Schneidezähne im Unterkiefer eine geringere ist. Von den oberen Schneidezähnen sind die medialen sehr gross, die beiden unteren Schneidezähne stehen fast horizontal gerichtet. Der Magen ist Colon-ähnlich gestaltet, der Blinddarm lang.

Fam. *Halmaturidae*, Kängurus. Gebiss: $\frac{3}{1}\,\frac{0(1)}{0}\,\frac{1}{1}\Big|\frac{4}{4}$. Nach dem Grössenverhältnisse beider Extremitätenpaare und den Modificationen des Gebisses unterscheidet man verschiedene Gattungen. *Macropus giganteus* Shaw., Riesenkänguru. *M.* (*Halmaturus*) *Benetti* Waterh. *M.* (*Petrogale*) *penicillatus* Gray., Felsenkänguru. *Dendrolagus ursinus* Müll., Baumkänguru. *Hypsiprymnus murinus* Desm., Kängururatte. Merkwürdige Typen sind die pleistocänen *Diprotodon* und *Nototherium*.

5. Ordnung. **Rhizophaga, Nagebeutler.**

Mit Nagethier-ähnlichem Gebiss, von plumper Körperform, mit stummelförmigem Schwanz.

Schwerfällige Thiere von Dachs-Grösse, mit dichtem weichen Pelze, kurzen Extremitäten und dickem rundlichen Kopf. An den fünfzehigen Extremitäten entbehrt nur die stummelförmige Innenzehe des Hinterfusses der Sichelkralle.

Fam. *Phascolomyidae*. Gebiss: $\frac{1}{1}\,\frac{0}{0}\,\frac{1}{1}\Big|\frac{4}{4}$. *Phascolomys Wombat* Per. Les. (*fossor*), Wombat, Vandiemensland und Neusüdwales.

III. Unterclasse. **Placentalia** [1]).

Die placentalen Säugethiere vertreten den aplacentalen gegenüber die höhere Organisationsstufe unter reicherer und mannigfaltigerer Specialisirung der Formen. Im Zusammenhange mit der im Fruchtbehälter des trächtigen Mutterthieres sich entwickelnden Placenta gelangt der Fötus zu einer vollständigeren Ausbildung und wird in weit fortgeschrittenem, wenn auch keineswegs überall gleichem Zustande der Reife geboren. Damit fällt auch das Mar-

[1]) Vergl. Joh. Ch. D. v. Schreber, Die Säugethiere; fortgesetzt von Goldfuss und A. Wagner, 7 Bde. und 5 Supplementbde. Leipzig, 1775—1855. E. Geoffroy St. Hilaire et Fr. Cuvier, Histoire naturelle des Mammifères. 3 Vols. Paris, 1819—1835. K. G. Giebel, Die Säugethiere etc. Leipzig, 1859. Max Schlosser, Die Affen, Lemuren, Chiropteren, Insectivoren, Marsupialien, Creodonten und Carnivoren des europäischen Tertiärs und deren Beziehungen zu ihren lebenden und fossilen aussereuropäischen Verwandten. I., II., III. Wien, 1887, 1888, 1890.

supium sammt seinen beiden Stützknochen am Becken hinweg. Man kann es als nahezu gewiss betrachten, dass sich die placentalen Säuger von den Marsupialien aus entwickelt haben. Die Abzweigung von diesen muss aber wohl in die Secundärzeit zurückreichen, da die ältesten bis jetzt bekannt gewordenen Reste entschiedener Placentalien, welche dem Eocän angehören, schon verhältnissmässig hoch differenzirte Gebisse besassen. Die Abzweigung ist vielleicht bereits zu einer Zeit erfolgt, als das Gebiss der aplacentalen Vorfahren noch ein sehr reichbezahntes war, bevor die mannigfache Specialisirung des Marsupialiden-Gebisses stattgefunden hatte, mit welcher sich dann die besondere Gestaltung der placentalen Gebissformen, entsprechend den ähnlichen Ernährungsverhältnissen, bis zu einem gewissen Grade convergent entwickelte.

Nach den neueren Forschungen erscheint es möglich, dass den Ausgangspunkt für die Entwicklung der placentalen Säugethiergruppen fleischfressende Beutler bildeten, deren hohe Zahnzahl bei mangelndem oder beginnendem Zahnwechsel das Milchgebiss zugleich in sich einschloss. Aus diesen noch mit Klauen und Krallen bewaffneten Stammformen entsprangen nicht nur die Vorfahren der Hufthiere (*Protungulaten*), welche durch die alteocänen *Condylarthra* zu den *Perissodactyla* und *Artiodactyla* hinführten, sondern auch die *Unguiculaten* und unter diesen zunächst die mit den *Insectivoren* verwandten tertiären *Creodonta*, auf welche auch die *Carnivoren* zurückzuführen sind.

Aus den Creodonten dürften in gleicher Weise die *Chiropteren*, *Lemuriden* und *Quadrumanen* abzuleiten sein, während über den Ursprung der *Nager*, *Edentaten* und *Cetaceen* noch keine bemerkenswerthe Hypothese aufgestellt wurde. Wahrscheinlich dürften sich die Zahnwale aus gleichmässig bezahnten Säugern der Secundärzeit entwickelt, später die *Sirenen* von den *Hufthieren* und die *Pinnipedien* von den *Carnivoren* abgezweigt und dem Wasserleben in verschiedenem Masse angepasst haben.

Bemerkenswerth ist das häufige Vorkommen wurzelloser Zähne, die sich vielleicht schon von der aplacentalen Stammgruppe aus in die placentale Reihe fortsetzen, in welcher das Gebiss der Edentaten und einzelner Nagethiere der Wurzelzähne überhaupt entbehrt. In vielen Fällen treten jedoch wurzellose Zähne nur vereinzelt auf, wie z. B. bei *Hippopotamus* und den Nagern, bei *Hyrax*, *Chiromys*, *Elephas* etc.

Morphologisch ist offenbar der Wurzelzahn die vorgeschrittenere und deshalb wohl auch spätere Gestaltungsform, die unter Ersparung von Schmelz und Dentinproduction aus dem wurzellosen, durch unbeschränktes Wachsthum bezeichneten Zahn hervorgegangen ist. Für dieses Verhältniss spricht auch das Vorhandensein von Zwischenformen mit länger währendem Wachsthum und erst spät sich schliessender Pulpa (hohe Krone, kurze Wurzel, z. B. an den Backenzähnen des Pferdes, dem zweiten und dritten Molar von *Phacochoerus*), sowie die Stellvertretung von wurzellosen und Wurzelzähnen bei nahe Verwandten (*Monodon*, *Moschus*, *Suiden*). Der Nachtheil des Wurzelzahnes liegt wohl in der

relativen Beschränkung seiner Functionsdauer, durch welche das Bedürfniss eines Ersatzzahnes veranlasst wird; der Vortheil in der verminderten Production von Zahnsubstanz und in der Möglichkeit einer grösseren Complication und Specialisirung. Immerhin hat der Wurzelzahn ein sehr bedeutendes Alter und findet sich schon in der aplacentalen Stammgruppe, so dass auch wiederum die Wahrscheinlichkeit der Rückbildung und Umwandlung von Wurzelzähnen in wurzellose in vielen Fällen anerkannt werden muss. Die einfachste Zahnform, wie sie im homodonten Gebisse vorliegt, ist die des Kegels, aus welcher sich dann der vergrösserte Zahn mit comprimirter Schneide und mit mehrfachen Tuberkeln nebst messerförmiger Firste entwickelte.

Von grosser Bedeutung erscheint der dreihöckerige oder tritubercülare Backenzahn, den bereits Cope als den primitiven Typus für die oberen Backenzähne in Anspruch nahm. An demselben bildete sich schon in der mesozoischen Zeit der Gegensatz in *sectoriale* und *bunodonte* Zahnform aus. Indessen erscheinen die mesozoischen Bunodonten für die Stammesgeschichte der tertiären und recenten Bunodonten (Omnivoren und Herbivoren) bedeutungslos, welche wahrscheinlich während der Kreidezeit von Formen mit sectorialem Typus ihren Ursprung nahmen. Schon in der Tertiärzeit erscheint der Tritubercular-Typus durch Complicationen verändert, indem an den Oberkiefermolaren Zwischenhöcker auftreten, an den Unterkiefermolaren ein zwei-, beziehungsweise dreihöckriger Talon sich geltend macht. Dieser Tuberculärsectorial-Typus (Cope), der sich noch bei *Didelphys* und manchen Insectivoren (*Cladobates*, *Talpa*) und Chiropteren erhalten hat, erfuhr verschiedene divergirende Modificationen je nach der Ernährung von Fleisch oder Insecten oder von Pflanzen. Bei den ersteren entstand der Reisszahn durch Verstärkung des vorderen Abschnitts. Bei den Formen mit omnivorer Nahrung wurden die Höcker der oberen Molaren abgestumpft, die Zacken der untern Molaren niedriger, während der Talon an Umfang zunahm. Cope leitet aus demselben aber auch die Molaren der ältesten *Ungulaten* und *Condylarthra* (*Phenacodus*, *Haploconus*) ab. Durch Verstärkung und Erhöhung der hinteren Zahnhälfte, die der vorderen gleich wurde und je zwei Tuberkel erhielt, entwickelte sich der spätere Zahn der Paar- oder Unpaarzeher.

Zweifelsohne war das Gebiss der ältesten placentalen Säuger ein reich bezahntes, was aus der grossen Zahnzahl nicht nur der gleichmässig bezahnten Cetaceen (Delphine) und Gürtelthiere, sondern auch aus dem differenzirten Gebiss der ältesten fossilen *Diphyodonten* erhellt. Bei diesen einen Zahnwechsel erfahrenden Placentalien hatte sich bereits für die Ausbildung der zahlreichen, in einer Reihe angelegten Zahnkeime die Veränderung vollzogen, welche zur Aufstellung scharf geschiedener Dentitionen und Unterscheidung der zuerst entwickelten, den Bedürfnissen des jugendlichen Alters angepassten hinfälligen Milchzähne und der später hervorwachsenden, stärkeren und höher entwickelten Zähne des bleibenden Gebisses Anlass gab. Wahrscheinlich handelt es sich jedoch bei den Dentitionen nur um ein verändertes Arrangement im

Wachsthum, um die Vertheilung der vorhandenen Zahnanlagen auf zwei Zeitperioden der Ausbildung zu Gunsten der Leistungsfähigkeit und der Specialisirung der Arbeit.

Da es sehr viele alte Säugethiere mit der Zahnformel $\frac{3}{3}\frac{1}{1}\frac{4}{4}\Big|\frac{3}{3}$ (also mit 44 Zähnen des bleibenden Gebisses) gibt, so müssen unter der Voraussetzung, dass ausser den Incisivi und Canini sämmtliche Praemolaren gewechselt wurden, die ältesten diphyodonten Placentalien mindestens 76 Zahnkeime in den Kiefern besessen haben. Der Zahnwechsel ist in zahlreichen Fällen ein beschränkterer, und das Milchgebiss erfährt wiederum in verschiedenem Masse (*Talpa*, *Soricidae*) Reductionen bis zur völligen Unterdrückung (Ratte etc.). Bei den Robben tritt der Zahnwechsel schon vor der Geburt ein. Durchgängig ist das Milchgebiss schwächer und einfacher gestaltet, die allgemeinere Form bewahrend, das bleibende höher entwickelt und mehr specialisirt. Jenes enthält den conservativeren Theil der Bezahnung, zeigt bei den nahe stehenden Gattungen (Homo, anthropoide Affen) und Familien (Carnivoren) nur geringe Differenzen und bleibt auf einer niedrigeren Stufe zurück, dem Gebisse der Vorfahren ähnlicher, ein Verhältniss, welches zuerst Rütimeyer durch den Nachweis begründete, dass im Milchgebiss der Ungulaten Eigenthümlichkeiten des Gebisses der geologischen Vorgänger erhalten sind, und dass es diesem ähnlicher ist als dem ihm folgenden bleibenden Gebisse, welches in bestimmter Richtung progressiv specialisirt erscheint.

Der besonderen Gestaltung des Gebisses und hiermit im Zusammenhange der Ernährungs- und Lebensweise entspricht die Differenzirung des Terminalstückes der Extremitäten nebst seiner Hornbekleidung. Wenn auch in der Regel die Fünfzahl der Zehen erhalten oder höchstens die Innenzehe hinweggefallen ist und die Krallenform des Nagels praevalirt, so gibt es doch zahlreiche Fälle von Reductionen in der Zehenzahl, für welche bei den placentalen Säugethieren ein anderes Gesetz massgebend ist als bei den aplacentalen, indem zuerst die innere (erste), dann die äussere (fünfte), hierauf die zweitinnere (zweite) und zuletzt die zweitäussere (vierte) Zehe verkümmert, beziehungsweise völlig wegfällt. Die zurückbleibenden Zehen erfahren gleichzeitig mit ihrer Hornbekleidung eine mehr oder minder bedeutende Verstärkung. Die Nägel werden zu gewaltigen Sichelkrallen (Faulthiere) oder zu verbreiterten Hufen (Ungulaten). Auch kann bei höheren Typen die Innenzehe der hinteren und vorderen Extremität als Daumen opponirbar werden.

Im Vergleich zu den Beutelthieren ist die Specialisirung der Formen eine ungleich reichere und mannigfaltigere. Zu den landlebenden, in überaus verschiedener Weise sich ernährenden und bewegenden Typen mit Omnivoren-, Carnivoren-, Insectivoren-, Frugivoren-, Herbivoren- und Nagethier-Gebiss kommen ausschliesslich zum Wasserleben angepasste Raubthiere und Pflanzenfresser (Cetaceen, Sirenia), sowie insectivore und frugivore Flatterthiere (Fledermäuse), endlich völlig zahnlose Erdbewohner hinzu (Ameisenfresser).

1. Ordnung. **Cetacea**[1]**, Walfische.**

Wasserbewohnende Säugethiere mit spindelförmigem unbehaarten Leib, flossenähnlichen Vorderfüssen und horizontaler Schwanzflosse, ohne hintere Extremitäten.

Die Wale, nach ihrer gesammten Organisation echte Säugethiere mit warmem Blut und Lungenathmung, erscheinen so vollständig an das Wasserleben angepasst, dass sie in ihrer Körpergestalt und Skeletgliederung sich der Fischform nähern. (Fig. 841.) Einzelne Arten erlangen eine colossale Körpergrösse, wie sie nur das Wasser zu tragen und die See zu ernähren im Stande ist. Ohne äusserlich sichtbaren Halstheil geht der Kopf in den walzigen Rumpf über, während das Schwanzende eine horizontale Flosse bildet, zu der auf der Rückenfläche häufig noch eine Fettflosse hinzukommt. Die Behaarung fehlt bei den grösseren Formen so gut wie vollständig, indem sich hier nur an der Oberlippe zeitlebens oder während der Fötalzeit Borstenhaare finden. Dagegen entwickelt sich in der dicken mit grossen Papillen versehenen Lederhaut, gewissermassen als Ersatz des mangelnden Pelzes, eine mächtige Fettmasse, die sowohl als Wärmeschutz, wie zur Erleichterung des specifischen Gewichtes dient und nur in der an den Papillarkörper grenzenden Schicht fehlt. An dem oft schnauzenförmig verlängerten Kopfe fehlen stets äussere Ohrmuscheln, die Augen sind auffallend klein und oft in die Nähe des Mundwinkels, die Nasenlöcher auf die Stirn gerückt. Die vorderen Extremitäten stellen kurze, äusserlich ungegliederte Ruderflossen dar, welche nur als Ganzes bewegt werden, die hinteren fehlen als äussere Anhänge gänzlich.

Der Schädel besitzt dem grossen, oft schnabelförmig verlängerten Gesichtstheil gegenüber einen nur geringen Umfang und zeigt sich häufig asymmetrisch, vorherrschend rechtsseitig entwickelt; seine Knochen liegen, durch freie Schuppennähte gesondert, lose aneinander, die Parietalia verschmelzen früh mit dem Interparietale zu einem Knochen, das harte Felsenbein bleibt von den übrigen Theilen des Schläfenbeines isolirt. Die Nasenhöhle ist im Zusammenhang mit der mächtigen Entwicklung der Intermaxillaria ganz auf die Dorsalseite des Schädels gedrängt, und erscheinen die Nasenbeine rudimentär. Die Kiefer tragen entweder sehr zahlreiche konische Wurzelzähne oder die Bezahnung erscheint in verschiedenem Masse bis zum völligen Schwunde reducirt. Im letzteren Falle (Bartenwale) kommen die Zahnkeime noch im fötalen Leben zur Entwicklung, die aus ihnen entstandenen Zahnrudimente durchbrechen jedoch nie das Zahnfleisch und werden vor der Geburt resorbirt

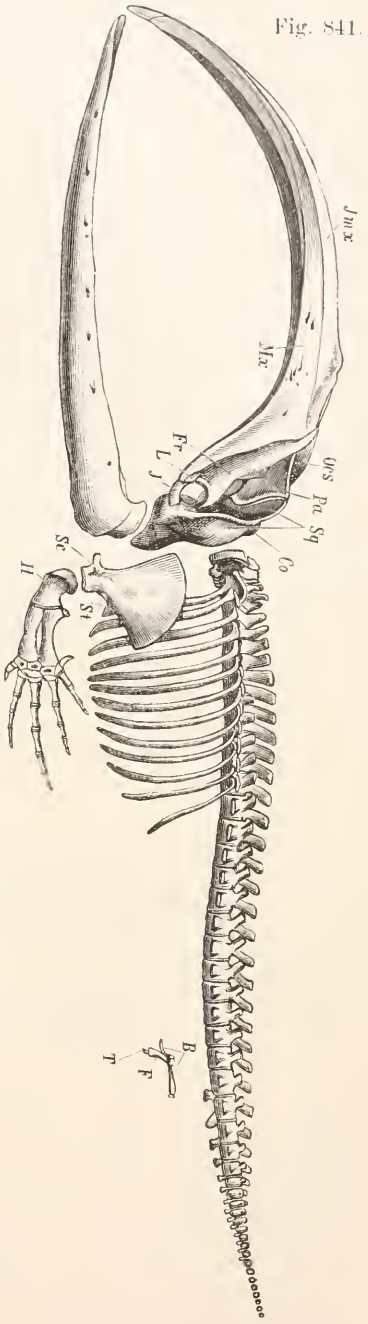
[1]) D. F. Eschricht, Zoologisch-anatomisch-physiologische Untersuchungen über die nordischen Walthiere. Leipzig, 1849. D. F. Eschricht og J. Reinhardt, Om Nordhvalen. Kjöbenhavn, 1861. Van Beneden und Gervais, Ostéographie des Cétacés. Paris, 1868—1880. Max Weber, Studien über Säugethiere. Jena, 1886. W. Kükenthal, Vergleichend-anatomische und entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an Walthieren. Jena, 1889.

(Bartenwale). Von der hinteren Extremität finden sich nur zuweilen kleine Knochenrudimente vor, die man als Beckenknochen deutet, wozu bei *Balaena mysticetus* noch ein Femur- und Tibiarudiment hinzutritt. Die einfache oder doppelte Nasenöffnung ist mehr oder minder hoch hinauf auf den Scheitel gerückt und führt senkrecht absteigend in die Nasenhöhle, welche als paariger, hinten einfacher Nasencanal absteigt und am Gaumensegel vom Schlunde durch einen Schliessmuskel abgeschlossen werden kann. Die Ansicht, dass die Walfische durch die Nasenöffnungen Wasser ausspritzen, hat sich als irrthümlich herausgestellt; es ist der ausgeathmete, in Form einer Rauchsäule sich verdichtende Wasserdampf, der zu der Täuschung eines ausgespritzten Wasserstrahles Veranlassung gab. Die sehr geräumigen Lungen erstrecken sich ähnlich wie die Schwimmblase der Fische weit nach hinten und bedingen wesentlich mit die horizontale Lage des Rumpfes im Wasser; auch das Zwerchfell nimmt eine entsprechend horizontale Lage ein. Sackartige Erweiterungen an der Aorta und Pulmonalarterie, sowie die sogenannten Schlagadernetze mögen dazu dienen, beim Tauchen der Athemnoth einige Zeit lang vorzubeugen.

Die Weibchen gebären ein einziges (die der kleineren Arten selten zwei), verhältnissmässig weit vorgeschrittenes Junges, welches noch längere Zeit der mütterlichen Pflege bedarf. Die beiden Saugwarzen der Milchdrüsen liegen in der Inguinalgegend.

Die Wale leben meist gesellig, zuweilen in Heerden vereinigt; die kleineren suchen gern die Küsten auf und gehen auf ihren Wanderungen selbst in die Flussmündungen, die grösseren lieben mehr das offene Meer und die kalten Gegenden. Beim Schwimmen, das sie mit grosser Meisterschaft und Schnelligkeit ausführen, halten sie sich in der Regel

Fig. 841.



Skelet von *Balaena mysticetus*, nach Eschricht und Reinhardt. *Ocs* Occipitale, *Co* Condylus occipitalis, *Sq* Squamosum, *Pa* Parietale, *Fr* Frontale, *Jmx* Intermaxillare. *Mx* Maxillare, *J* Jugale, *L* Lacrymale, *St* das blos mit der ersten Rippe verbundene Sternum, *Sc* Scapula, *H* Humerus, *B* Becken-, *F* Femur-, *T* Tibiarudiment.

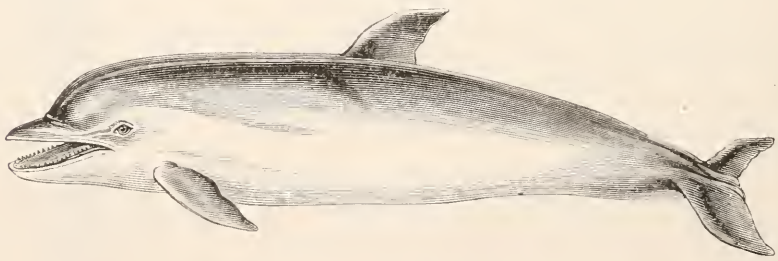
nahe an der Oberfläche. Die riesigen *Bartenwale*, welche der Zähne vollkommen entbehren, dagegen am Gaumen den aus senkrechten, transversal gestellten Hornplatten, den *Barten*, gebildeten Seiheapparat tragen, ernähren sich von kleinen Seethieren, Nacktschnecken, Quallen, die *Delphine* mit ihrem gleichförmigen Raubgebiss von grösseren Fischen. Fossile Reste finden sich schon in der älteren Tertiärzeit, am reichsten aber im Miocän, wo, ausser den gegenwärtig ausgestorbenen *Zeuglodonten*, Delphine und auch Bartenwale von verschiedener Grösse lebten. Mit Rücksicht auf das nahezu homodonte Gebiss sind die Walthiere von einer weit in die Secundärzeit zurückreichenden placentalen Stammgruppe mit homodonter Bezahnung und vier Extremitäten abzuleiten. Hiermit steht die Thatsache nicht im Widerspruch, dass das Gebiss der tertiären, vornehmlich in Nordamerika gefundenen Zeuglodonten schon mehr specialisirt war, indem der Oberkiefer bereits zweiwurzelige Backenzähne mit mehrzackiger Krone enthielt. Indessen bleibt es unwiderlegt, ob nicht der Mangel des Zahnwechsels durch secundäre Reduction zu erklären ist.

1. Unterordnung. *Denticete, Zahnwale.* Fleischfressende, vornehmlich von Fischen sich ernährende Wale mit kegelförmigen Fangzähnen in beiden oder nur in einem Kiefer (homodontes Gebiss). Kopf von proportionirter Grösse. Nasenlöcher oft zu einer halbmondförmigen Oeffnung verschmolzen.

Hier würden die tertiären Zeuglodonten anzuschliessen sein (*Zeuglodon, Squalodon*), für die man jedoch eine besondere Unterordnung aufzustellen hat.

Fam. *Delphinidae.* Beide Kiefer mit gleichgestalteten Kegelzähnen, jedoch nicht immer in ganzer Länge bewaffnet. Nasenlöcher zu einem halbmondförmigen Spritzloch

Fig. 842.



Delphinus delphis (règne animal).

vereint. *Phocaena communis* Less., Braunfisch, 4—5 Fuss lang, steigt in die Flussmündungen und lebt von Fischen. Europäische Meere. *Delphinus delphis* L., gemeiner Delphin. (Fig. 842.) Mittelmeer und atlantischer Ocean. *D. tursio* Fabr., Tummler, Nordatlantischer Ocean. *Beluga* (*Delphinapterus*) *leucas* Gray, Weissfisch. *Orca gladiator* Gray, Schwertfisch, Nördliche Meere. *Globiocephalus globiceps* Cuv., Grind, Nordatlantischer Ocean.

Fam. *Monodontidae.* Im Oberkiefer nur zwei nach vorne gerichtete Zähne, die im weiblichen Geschlechte klein bleiben, von denen aber der eine (meist linksseitig) im männlichen Geschlecht zu einem colossalen, schraubenförmig gefurchten Stosszahn wird. Die übrigen kleinen Zähne beider Kiefer fallen früh aus. *Monodon monoceros* L., Narwal. Nördliches Polarmeer. Von 20 Fuss Länge.

Fam. *Hyperoodontidae.* Schnauze schnabelförmig verlängert, im Unterkiefer jederseits nur ein oder zwei ausgebildete Zähne. Gesichtsknochen, namentlich Zwischenkiefer,

oft unsymmetrisch. Ein halbmondförmiges Spritzloch. *Hyperoodon bidens* Flem., Dögling. Ueber 20 Fuss Länge. Nordatlantischer Ocean.

Fam. *Catodontidae* = *Physeteridae*, Pottfische. Kopf von enormer Grösse, von $^1/_3$ der Körperlänge, bis zur Spitze aufgetrieben durch Ansammlung von flüssigem Fett (Walrat). Oberkiefer zahnlos. Aeste der Unterkiefer aneinander gelegt, mit einer Reihe konischer Zähne besetzt. Spritzlöcher getrennt. Leben von Tintenfischen. *Catodon macrocephalus* Lac., Cachelot, Pottfisch, 40—60 Fuss lang, Nordmeer. *Physeter tursio* Gray, Nordatlantischer Ocean.

2. Unterordnung. *Mysticete*, *Bartenwale*. Mit sehr grossem Kopf und zahnlosen Kiefern, mit Barten. (Fig. 841.) Schlund eng. Spritzlöcher getrennt. Ernähren sich von sehr kleinen Meeresthieren (*Cetochilus*, *Clio borealis*), die in ungeheurer Menge im Seihеapparate der Barten gefangen werden.

Fam. *Balaenidae*, Bartenwale. Cetaceen von bedeutender Grösse, mit ungeheurem Kopf, weit gespaltenem, aber zahnlosem Rachen und doppelten Nasenöffnungen, mit sehr kleinen Augen in der Nähe der Mundwinkel. Am Gaumengewölbe und Oberkiefer entspringen zwei Reihen von hornigen, an ihrem unteren Rande ausgefaserten Querplatten, sogenannten Barten, welche senkrecht dicht hintereinander gedrängt in die Rachenhöhle vorstehen und nach vorne und hinten zu an Grösse abnehmen. Diese Barten bilden eine Art Sieb, welches beim Schliessen des colossalen Rachens die kleinen, mit dem Seewasser aufgenommenen Nachtschnecken etc. zurückhält, während das Wasser abfliesst. *Balaenoptera rostrata* Fabr., Finnfisch, Nordmeer. *Megaptera boops* Müll., wird 100 Fuss lang. *Balaena mysticetus*, grönländischer Walfisch, bis 60 Fuss lang. Vornehmlich Gegenstand des Walfischfanges.

2. Ordnung. **Edentata** [1]**, (Bruta), zahnarme Thiere.**

Säugethiere mit unvollständig bezahntem Gebiss, meist mit zahlreichen wurzellosen Backenzähnen, mit Scharr- oder Sichelkrallen an den Extremitäten.

Die als *Edentata* (Bruta) unterschiedene Abtheilung placentaler Säugethiere umfasst überaus verschiedene, nach Lebensweise und Körpergestalt weit divergirende Formengruppen, welche zu einander in einem anderen Verhältnisse als die Gruppen, beziehungsweise Familien der nachfolgenden Ordnungen stehen und selbst als Ordnungen gegenübergestellt werden könnten. Dieselbe steht daher ihrem Werthe nach über der Ordnungskategorie, ohne gerade zur Unterclasse erhoben werden zu können. Gemeinsam ist allen Edentaten ausser der adecidualen Beschaffenheit des Mutterkuchens die niedrige Organisations- und Lebensstufe und die geringere Specialisirung des Gebisses, dessen Zähne, wenn sie nicht ähnlich wie bei *Echidna* überhaupt vollständig fehlen (*Vermilinguia*), ausschliesslich wurzellos sind und der Schmelzbekleidung entbehren. Das Arrangement der zwei Dentitionen fällt daher hinweg, wenn auch einzelne Zähne und vornehmlich die vorderen frühzeitig verloren gehen (*Dasypus*). Die Form der übrigens in einzelnen Fällen sehr zahlreichen Zähne (circa 100 bei *Dasypus gigas*) ist eine ziemlich einfache und gleichartige.

[1]) Th. Bell, Article „Edentata" in Todd's Cyclopaedia of Anatomy, Vol. II, 1836. W. v. Rapp, Anatomische Untersuchungen über die Edentaten. Tübingen, 1852. H. Burmeister, Annales del museo publico. Buenos-Ayres, 1864.

Mit Ausnahme eines Gürtelthieres fehlen überall die Vorderzähne. (Fig. 843.) Sind Eckzähne vorhanden, so bleiben dieselben kleine und stumpfe Kegel. Auch die Backenzähne sind schwach und einfach geformt, zuweilen schwach gefurcht. Viele (*Wurmzüngler* und *Gürtelthiere*) sind Insectenfresser und graben mit ihren mächtigen Scharrkrallen Erdhöhlen, andere (*Faulthiere*) nähren sich von Blättern und klettern vortrefflich. Alle sind träge, stumpfsinnige Thiere mit kleinem, der Windungen entbehrendem Gehirn und bewohnen gegenwärtig ausschliesslich die südlichen Zonen, und zwar vornehmlich der neuen, in einzelnen Repräsentanten aber auch der alten Welt; mit Ausnahme des afrikanischen *Orycteropus* und der in Afrika und Asien lebenden Gattung *Manis* sind alle Bewohner Südamerikas. Es weist dieses Verhältniss auf die allmälige Ausbreitung von einem gemeinsamen Centrum in einer weit zurückreichenden Periode der Vorzeit hin und unterstützt die Annahme eines vormaligen grossen Südcontinentes. Die ältesten fossilen Reste finden sich im oberen Eocän (Quercy), dann im Miocän Europas (Pikermi und Sansan, *Macrotherium*) und Nordamerikas (*Moropus*). Die interessantesten und reichsten Ueberreste gehören den Diluvialablagerungen vornehmlich Südamerikas an.

Fig. 843.

Schädel von *Bradypus torquatus*.

1. Unterordnung. *Vermilinguia*, Ameisenfresser. Mit sehr verlängerter zugespitzter Schnauze, aus deren enger Mundöffnung die dünne wurmförmige Zunge weit hervorgestreckt werden kann. Kiefer schwach. Zähne fehlen mit Ausnahme von *Orycteropus* vollständig. Hier finden sich zahlreiche Mahlzähne, die kaum knochenharte Consistenz erlangen. Die Thiere besitzen kurze kräftige Grabfüsse, die sie zum Aufscharren von Ameisen- und Termitenbauten benutzen. In diese aufgewühlten Haufen strecken sie ihre lange klebrige Zunge hinein, an der sich die Insecten festbeissen und beim raschen Einziehen der Zunge zur Beute werden. Fossil ist *Glossotherion*.

Fam. *Myrmecophagidae*, Ameisenbären. Zahnlos, mit Haarbekleidung. *Myrmecophaga jubata*. L., *M. tetradactyla* L. (*tamandua* Desm.), *M. didactyla* L., Südamerika.

Fam. *Manidae*, Schuppenthiere. Zahnlos, von Hornschuppen bekleidet. *Manis macrura* Erxl., Schuppenthier, Westküste Afrikas. *M. brachyura* Erxl., und *javanica* Desm., beide in Ostindien.

Fam. *Orycteropodidae*, Erdferkel. Mit spärlicher Haarbekleidung und zahlreichen Mahlzähnen. *Orycteropus capensis* Geoffr., Cap'sches Erdschwein.

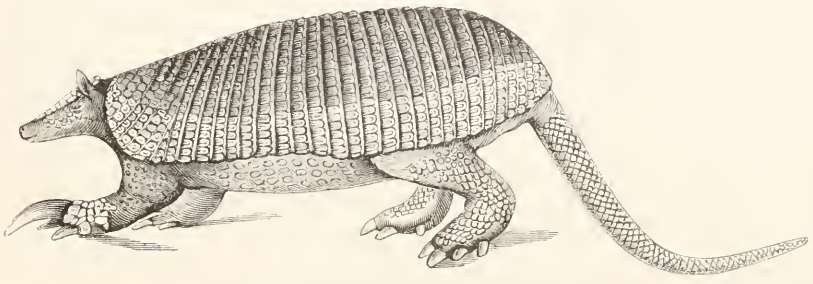
2. Unterordnung. *Cingulata*, Gürtelthiere. Die Körperbedeckung besteht aus knöchernen Tafeln, welche sich auf dem Rücken und am Schwanze zur Herstellung eines beweglichen Hautpanzers in Querreihen ordnen. (Fig. 844.) Die Extremitäten bleiben kurz und sind mit ihren kräftigen Scharrkrallen zum Graben vorzüglich geeignet. Vorderzähne fehlen mit Ausnahme von *Dasypus sexcinctus* und des fossilen *Chlamydotherium*. Beide Kiefer tragen kleine cylin-

drische Backenzähne, deren Zahl nach den einzelnen Formen wechselt. Bewohner Südamerikas. Fossile Gürtelthiere wie *Glyptodon* Ow., *Chlamydotherium* Lund finden sich in den Knochenhöhlen Südamerikas.

Fam. *Dasypodidae*, Armadille. *Dasypus novemcinctus* L., der langgeschwänzte Tatu, mit 8—10 Gürteln. *D. gigas*, Riesenarmadil. (Fig. 844.) Mit gegen 100 Zähnen. *D. sexcinctus* L. *Chlamydophorus truncatus* Harl., Schildwurf, in der Gegend von Mendoza.

3. Unterordnung. *Bradypoda*, Faulthiere. Mit rundlichem Kopf (Fig. 843) und nach vorne gerichteten Augen, mit sehr langen Vorderextremitäten und brustständigen Zitzen. Schneidezähne fehlen, zuweilen auch Eckzähne, von Backenzähnen stehen 3 bis 4 in jeder Kieferhälfte. Am Jochbein ist der grosse, über den Unterkiefer herabsteigende Fortsatz bemerkenswerth. Ausschliesslich

Fig. 844.



Dasypus gigas.

zum Leben auf Bäumen bestimmt, benutzen sie ihre langen Vordergliedmassen und deren Sichelkrallen am Ende der drei oder zwei eng verbundenen Zehen zum Aufhängen und Anklammern an Aesten unter kräftigen, aber langsamen Bewegungen. Auf dem Erdboden vermögen sie sich nur äusserst unbehilflich und schwerfällig hinzuschleppen. Die Körperbedeckung bildet ein langes und grobes, dürrem Heu ähnliches Haarkleid. In den Wäldern Südamerikas. Fossile Gattungen aus dem Diluvium Nord- und Südamerikas sind *Megatherium* [1]) Cuv. (Riesenfaulthier), *Mylodon* Ow., *Megalonyx* Jeffers. u. a.

Fam. *Bradypodidae*. *Bradypus tridactylus* Cuv., Aï. *Br. torquatus* Ill., Kragenfaulthier. *Choloepus didactylus* Ill., Unau, Provinz Mendoza.

3. Ordnung. **Condylarthra** [2]), **Condylarthren.**

Alttertiäre Ungulaten mit Articulation des Naviculare und Calcaneus, mit fünfzehigen Extremitäten und mehr Omnivoren-ähnlichem Verhalten der Molaren.

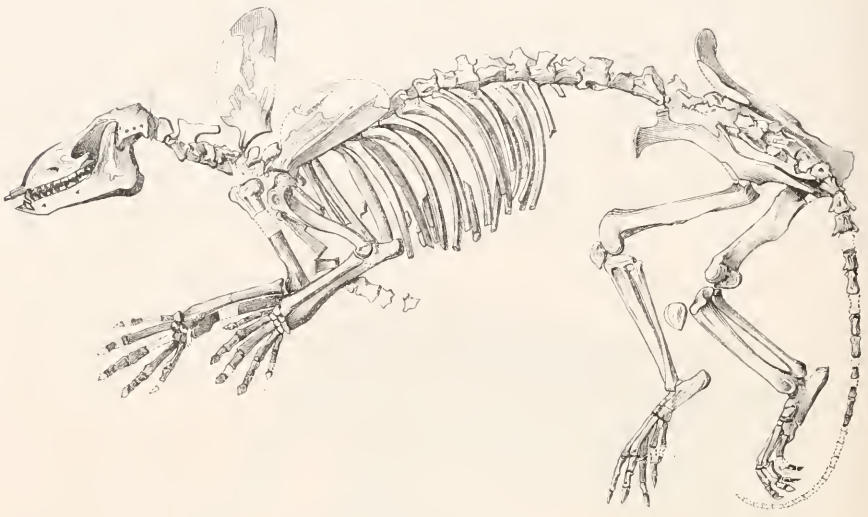
Alttertiäre Hufthiere mit kurzen Extremitäten, welche noch fünf Finger und fünf Zehen besassen, von denen die äusseren schon sehr klein waren.

[1]) Pander und E. d'Alton, Vergleichende Osteologie, I. Abth., Liefg. 1: Das Riesenfaulthier. Bonn, 1821.

[2]) E. D. Cope, Tertiary Vertebrata. Book I. Report of the U. St. Geological Survey of the Territories, 1884; M. Schlosser, Beiträge zur Kenntniss der Stammesgeschichte der Hufthiere. Morphol. Jahrb., Tom. XII, 1886.

(Fig. 845.) Stehen zwischen Hufthieren und Fleischfressern, und zwar den Creodonten am nächsten. Der Oberarm in seinem unteren Theile über dem Epicondylus

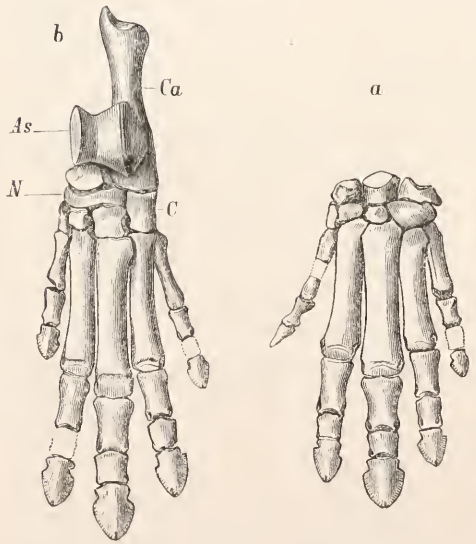
Fig. 845.



Phenacodus primaevus, nach Cope.

ist ähnlich wie bei den Creodonten und Carnivoren durchbohrt. Ulna und Fibula sehr kräftig, die letztere articulirte weder mit dem Astragalus noch Calcaneus, sondern endete frei wie bei den Freischfressern. Im Tarsus articulirt das Naviculare mit dem Calcaneus (wie bei *Hyrax* und den Nagern). (Fig. 846 *b*.) Die Carpalien sind reihenweise geordnet (Fig. 846 *a*) mit Centrale carpi und getrennten Scaphoid und Lunatum, während dieselben bei den *Diplarthra*, den *Perissodactylen* und *Artiodactylen* alternirend in einander greifen. Gebiss: $\frac{3\ 1\ 4\ |\ 3}{3\ 1\ 4\ |\ 3}$. (Fig. 847.) Incisiven und Caninen noch ähnlich wie bei den Creodonten. Backenzähne Omnivoren-ähnlich, indem die Joche, beziehungsweise Monde durch in die Länge gezogene gekrümmte Höcker repräsentirt werden. Die Praemolaren sind von ziemlich einfachem Bau und schliessen ähnlich wie die Backenzähne der Carnivoren nicht eng aneinander. Die oberen Molaren mit

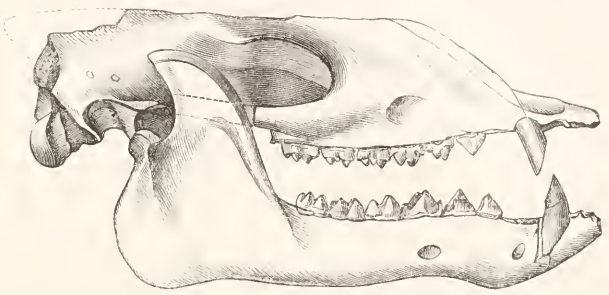
Fig. 846.



a Hand von *Phenacodus primaevus*, *b* Fuss desselben, nach Cope. *Ca* Calcaneus, *As* Astragalus, *N* Navieulare, *C* Cuboides.

zwei Aussen- und einem Innenhöcker (Tritubercular-Typus), die unteren (Sectorialtubercular-Typus) stehen im gewissen Sinne zwischen den Reisszähnen der Carnivoren und Mahlzahn der Ungulaten, mit grossem Talon. Auch Schädel, Scapula, Becken und Astragalus zeigen Anklänge an die Carnivoren. Wahrscheinlich sind aus diesen alttertiären, auf das Eocän Nordamerikas beschränkten Hufthieren die unpaarzehigen und paarzehigen Hufthiere hervorgegangen (ohne Vermittlung der *Amblypoden* Schlosser), während sie selbst sowohl in Schädelform und Gebiss, als in der Gestaltung der Extremitäten und deren Bewaffnung mit Nagel-ähnlichen Hufen auf Fleischfresser als Ausgangsformen hinweisen.

Fig. 847.



Schädel von *Phenacodus primaevus*, nach Cope.

Cope, dessen umfassenden Forschungen die Kenntniss der *Condylarthra* zu verdanken ist, unterscheidet folgende Familien:[1])

1. Fam. *Periptychidae*. Mit kurzem Hals, bunodonten Zähnen, sehr einfachen Praemolaren. Astragalus ohne Rolle. Aus dem Puerco-Eocän von Neu-Mexico. *Periptychus rhabdodon* Cope, *Hexodon*, *Zetodon* Cope.

2. Fam. *Phenacodontidae*. Mit längerem Halse, bunodonten Zähnen. Praemolaren den Molaren unähnlich. Astragalus mit Rolle. *Phenacodus primaevus* Cope. *Ph. puercensis* Cope, aus dem Puerco. *Anacodon* Cope, aus dem Wahsatch.

4. Ordnung. **Perissodactyla**[2]), **Unpaarzeher.**

Ungulaten mit Articulation des Cuboides und Astragalus, mit vorwiegend entwickelter Mittelzehe und meist unpaarer Zehenzahl, mit vollständig bezahntem Gebiss und Querjochen der Molaren.

Die beiden Ordnungen der *Artiodactylen* und *Perissodactylen* hatten sich bereits zur älteren Tertiärzeit von den primitiven Hufthieren (*Condylarthra*)

[1]) Zwei andere lediglich fossile Ungulatenordnungen sind die *Amblypoda* und die *Toxodontia* (*Toxodon*). Die ersteren, aus dem Eocän Amerikas, umfassen die Gattungen *Coryphodon* (Alteocän) und *Dinoceras* (Obereocän) und waren fünfzehige schwerfällige Sohlengänger, die sich omnivor, jedoch wahrscheinlich vorwiegend von Pflanzen nährten. Nach dem Skelet zu schliessen, glich *Coryphodon* einem Bären, jedoch mit Elephantenähnlichem Fussbaue. Mächtig vorspringende Eckzähne bildeten eine furchtbare Waffe. *Dinoceras* war von Elephantengrösse, von ähnlichem Fussbaue und mit sechs Knochenhöckern versehen, von denen zwei auf der Nase, zwei über den Wurzeln der gewaltigen Eckzähne und zwei am hinteren Schädeltheile sich erhoben.

[2]) G. Cuvier, Recherches sur les ossements fossiles. 3e édit. Paris, 1846. T. Rymer Jones, Article „Pachydermata" in Todd's Cyclopaedia, nebst Supplement von F. Spencer Cobbold, 1885. Rütimeyer, Beiträge zur Kenntniss der fossilen Pferde. Basel, 1863. Gaudry, Animaux fossiles et Géologie de l'Attique, 1864. Derselbe, Les enchaînements

abgezweigt und zeigten theils im Gebisse, theils in der Gestaltung der Extremitäten und deren Wurzelknochen merkliche Abänderungen, die, nach verschiedenen Richtungen specialisirt, den ausschliesslichen Gebrauch der letzteren zum Tragen und raschen Fortbewegen eines mächtigen Leibes auf dem Lande und die mehr ausschliesslich vegetabilische Ernährung ermöglichten. Kleinere Arten (*Microchoerus*) boten noch zu den Insectivoren und Nagern Uebergänge und lebten omnivor. An dem Gebiss treffen wir bereits schmelzfaltige Backenzähne mit Querjochen und stumpfen Schmelzhöckern, die sich meist zu ebenen Kauflächen abnutzen. An die grossen meisselförmigen Schneidezähne schlossen sich ohne Lücke der Eckzahn, dann die Praemolaren und Molaren an.

Neben der Specialisirung der Zähne, welche sich von einem Condylarthren-ähnlichen Gebisse aus allmälig entwickelte, ist die jener theilweise parallel gehende, im Laufe der Zeit fortschreitende Reduction der Zehenzahl [1]) von dem grössten Werthe zur Beurtheilung der Verwandtschaft.

Die ältesten Ungulaten besassen noch an beiden Extremitäten fünf Zehen, von denen zuerst die innere an der hinteren, beziehungsweise an der vorderen Gliedmasse in verschiedenen Abstufungen bis zum völligen Schwunde zurücktrat. Mit dieser und der weiter fortschreitenden Reduction machte sich ein Gegensatz in dem Grössenverhältnisse der zurückbleibenden Zehen geltend, indem in der einen Reihe die Mittelzehe an Umfang bedeutend praevalirte und die ganze Last des Körpers in der Verlängerung der Extremitätensäule stützte (*Perissodactyla*); in der anderen Reihe übernahmen Mittel- und vierte Zehe gleichmässig dieselbe Function und gelangten zu gleichgrossem, bedeutendem Umfang (*Artiodactyla*). Schon von Cuvier ward dieser Gegensatz hervorgehoben und zur Unterscheidung in unpaarzehige und paarzehige Hufthiere benutzt, später dann von R. Owen in noch schärferer Weise zur Classification verwerthet. Freilich trifft die der paarigen oder unpaaren Zehenzahl entlehnte Bezeichnung nicht streng zu, indem es *Perissodactylen* gibt — wie Tapir und *Orohippus* — welche vier Zehen an den Vorderfüssen besitzen, und andererseits *Artiodactylen* — wie *Anoplotherium tridactyle* — die vorne und hinten drei Zehen haben. Doch ist bei den *Perissodactylen* stets ein unpaarer Central-

du monde animal dans les temps géologiques. Mammifères tertiaires. Paris, 1878. W. Kowalevski, Monographie des Genus Anthracotherium Cuv. und Versuch einer natürlichen Classification der fossilen Hufthiere. Palaeontographica, 1873. Vergl. ferner Leidy, Marsh und Cope.

[1]) Schon lange bevor man dieses Verhältniss kannte, hatte man der verschiedenen Zahl der Hufe, welcher die der Zehen parallel geht, eine besondere Bedeutung beigelegt und Vielhufer, Zweihufer und Einhufer als Ordnungen der Hufthiere unterschieden. Indessen war diese Eintheilung keineswegs naturgemäss, da nicht nur unter den Vielhufern sehr verschiedene, von einander weit entfernt stehende Gruppen aufgenommen wurden, sonderu auch die Einhufer und Zweihufer von ihren engeren Verwandten getrennt worden waren. Dazu erwies sich diese Eintheilung mit dem Fortschritte der paläontologischen Erfahrungen als unhaltbar. Es gelang, die Lücken zwischen Gliedern der vermeintlichen Ordnungen durch Ueberreste ausgestorbener Formen theilweise auszufüllen. So hat man denn die Vielhufer als Ordnung ganz aufgelöst.

pfeiler die Hauptstütze, bei den *Artiodactylen* die dritte und vierte Zehe von gleich starker, mächtiger Ausbildung.

Für die Specialisirung in der Extremitätenform mit sich reducirender Zehenzahl ist es von grosser Bedeutung, dass die reihenweise Anordnung der Wurzelknochen eine Aenderung erfuhr, durch welche dem stützenden Theil der vorderen Extremität in Folge alternirenden Ineinandergreifens der Carpalia eine grössere Festigkeit zu Theil wurde. (Fig. 848.) Am Tarsus drängte sich das Cuboides zwischen Naviculare und Calcaneus bis zur Verbindung mit dem Astragalus empor (Fig. 849) und verdrängte somit das Naviculare von der seitlichen Articulation mit dem Calcaneus. Hiemit wurde auch an den Wurzelknochen der hinteren Extremität eine grössere Festigkeit und Stützkraft erreicht.

Fig. 848.

Hand von *Hyracotherium*, nach Cope.

Fig. 849.

Fuss von *Hyrachyus*, nach Cope. *Ca* Calcaneus, *As* Astragalus, *N* Naviculare, *C* Cuboides.

Die Veränderungen des Gebisses, welche zu den *Perissodactylen* führten, bestanden zunächst in der Vereinigung der Molar-Tuberkel zu Jochen, dann in der Vergrösserung der drei letzten Praemolaren, die den Molaren mehr und mehr ähnlich wurden, in der Reduction des vordersten (*Pr 4*) Praemolaren, der einwurzelig wird und schliesslich verschwindet.

Unter den *Condylarthren* scheint für die Reihe der *Equiden* als Ausgangspunkt *Phenacodus* aus dem Puercobed betrachtet werden zu können, dessen Gebiss zumal in den zu Jochen gruppirten Tuberkeln der Molaren die Anforderungen der Stammform erfüllt. Wahrscheinlich ist die älteste Equidengattung *Hyracotherium* von einer alten Art jener Gattung abzuleiten, von welcher andere plumpere Arten zu den *Palaeotherien* hingeführt haben mögen.

Schon im Eocän beginnt die Reihe der Perissodactylen mit Formen (der alten und neuen Welt), deren Gebiss die volle Zahl von Zähnen nach der Formel $\frac{3}{3}\frac{1}{1}\frac{4}{4}\Big|\frac{3}{3}$ enthielt, und bereits eine ziemlich geschlossene Zahnreihe zeigte, während die Zehenzahl noch unverändert war, von den fünf Zehen aber die Mittelzehe schon die grösste Stärke besass (*Hyracotherium* Ow., *Coryphodon* Ow., *Lophiodon*). Diesen schliessen sich die besonders im Miocän verbreiteten *Palaeotheriden* (*Palaeotherium* Cuv.) und andere Gattungen an, von welchen sich Beziehungen zu den gegenwärtig lebenden Familien der *Tapiriden*, *Rhinoceriden* und *Equiden* nachweisen lassen. Dazu kommen noch als vierte Familie die ausgestorbenen *Chalicotheriiden*.

Nach der Gestaltung der Backenzähne stehen die Tapiriden und Rhinoceriden einander näher, indem bei denselben die Joche der Unterkieferzähne fast rechtwinkelig gebogen, die der Oberkieferzähne fast geradlinig und mit

der Aussenwand innig verbunden sind. Die anderen Familien zeichnen sich als *Selenolophodonten* dadurch aus, dass die Joche im Unterkiefer halbkreisförmig gebogen, im Oberkiefer ebenfalls gekrümmt, zum Theil sogar noch in Tuberkeln aufgelöst, von der Aussenwand getrennt sind.

Die *Tapire*, gegenwärtig auf zwei verschiedene Verbreitungscentren (Tropen Amerikas und Sundainseln) beschränkt, in den ältesten Formen (*Lophiodon* Cuv., *Helaletes* Marsh) über beide Continente verbreitet, treten mit vier Vorderzehen und drei Hinterzehen auf und besitzen ein noch sehr vollständiges Gebiss nach der Formel $\frac{3}{3}\frac{1}{1}\frac{4}{4}\Big|\frac{3}{3}$ mit freilich bedeutender Lücke zwischen Eckzahn und Backenzähnen, an denen sich der alte bunodonte Typus noch ausgesprochen erhalten hat. Die Backenzähne zeichnen sich durch den Besitz von zwei scharfen Querjochen aus, von welchen die der oberen Backenzähne in die Thäler der gegenüberstehenden des Unterkiefers passen. In Europa gehören die ältesten Formen der Gattung *Lophiodon* an, die jedoch nicht als Stammform betrachtet werden kann, da sie nur 3 Praemolaren und 3 Vorderzehen besass. Wahrscheinlich ist als solche die amerikanische Gattung *Helaletes* Marsh zu betrachten.

Die *Rhinoceriden*, welche gegenwärtig im tropischen Afrika, Ostindien und auf den Sundainseln ihre Heimat haben, waren früher und noch während der postpliocänen Zeit in der alten und neuen Welt weit verbreitet. Sie lassen sich zu hornlosen miocänen Formen, wie *Aceratherium* Kaup, zurückverfolgen, welche in den eocänen Typen ihren Ausgang nehmen. Als solcher ist *Hyrachyus* Leidy mit *Palaeotherium*-ähnlichem Gebiss und vier Zehen an dem plumpen Vorderfuss hervorzuheben. In der Bezahnung ist bereits für Eck- und Vorderzähne eine Reduction eingetreten. Die etwas differente Reihe der neuen Welt [1]) scheint bereits im Pliocän ausgestorben zu sein.

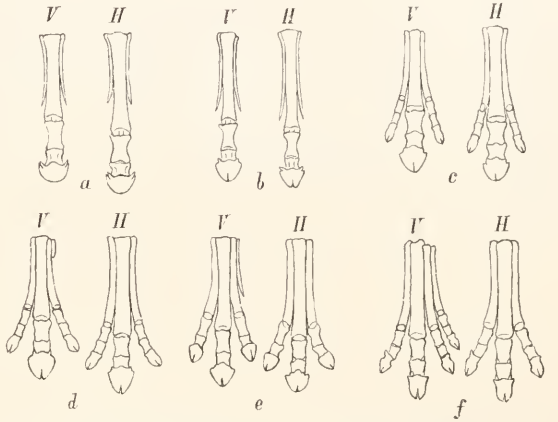
Die *Pferde*, zur Zeit hochbeinige, leicht gebaute Hufthiere von relativ einförmiger Gestaltung, mit lediglich erhaltener Mittelzehe (*Solidungula*), gehörten in der Vorzeit auch der neuen Welt an und stehen durch zahlreiche, als Gattungen unterschiedene fossile Zwischenstufen mit grösserer Zehenzahl und minder specialisirtem Gebiss mit alteocänen, den Palaeotherien verwandten Stammformen (*Phenacodus*) in continuirlicher Verbindung. Merkwürdiger Weise zeigt die durch eine grössere Zahl von Zwischenformen weit vollständigere amerikanische Reihe von der parallel laufenden, minder vollständigen der

[1]) Hier aber lebten zur älteren und mittleren Tertiärzeit noch ganz eigenthümliche colossale Perissodactylen, wie sie in der Gegenwart keines Gleichen finden. Zunächst die noch am meisten an die Rhinoceriden anschliessenden *Brontotherien* mit vier- und dreizehigen Extremitäten und kaum reducirtem Gebiss (*Brontotherium* Marsh, *Titanotherium* Leidy, unteres Miocän), die man mit *Chalicotherium* und anderen fossilen Formen als vierte Familie der Perissodactylen (*Chalicotheriidae*) zusammengefasst hat. Diesen ist auch die Gattung *Macrauchenia* Burm. verwandt, welche jedoch die reihenweise Anordnung der Carpalia und die Trennung des Cuboides vom Astragalus mit den Condylarthren gemeinsam hat und in dieser Hinsicht mit *Hyrax* übereinstimmt.

alten Welt einige Differenzen, so dass die amerikanischen Gattungen sich nicht genau mit den europäischen decken, jedoch mit der Annäherung an die Diluvialzeit mehr übereinstimmen.

In Europa war die Reihe von dem dreizehigen mittelmiocänen *Anchitherium*, dessen Seitenzehen noch fast den Boden berührten, dem obermiocänen und pliocänen *Hipparion* mit weit schwächeren und kürzeren Seitenzehen zur diluvialen Gattung *Equus*, von dessen Seitenzehen nur die Metatarsalknochen als „Griffelbeine" erhalten sind, längst bekannt, als Marsh die vollständigere Entwicklungsreihe aus den nordamerikanischen Tertiärformationen aufdeckte. Diese beginnt schon im unteren Eocän mit dem von *Phenacodus* abzuleitenden, nur fuchsgrossen *Hyracotherium* = *Orohippus* (Fig. 850) mit vierzehigem Vorder- und dreizehigem Hinterfusse, sodann *Orotherium* Cope (wahrscheinlich mit *Pliolophus* Ow. identisch), bei welchem der vorderste Praemolar noch isolirt ist, der hintere schon einem Molar gleicht. Hinterer Praemolar schon Molar-ähnlich gestaltet. Im unteren Miocän tritt *Mesohippus* Marsh auf, mit drei Zehen, aber einem vierten Metatarsalknochen am Vorderfuss, dann der obermiocäne, etwa dem *Anchitherium*[1]) parallel stehende *Miohippus*, kaum von Eselsgrösse, diesem die dem *Hipparion* entsprechende Gattung *Protohippus* Marsh im unteren, dann *Pliohippus* Marsh (Seitenzehen schon auf die Griffelbeine reducirt) im oberen Pliocän und endlich im Diluvium das wahre Pferd *Equus*, welches jedoch während dieser Zeit in Amerika unterging und sich nicht in die Gegenwart erhielt.

Fig. 850.



Vorder- (*V*) und Hinterfuss (*H*) von *a Equus*, *b Pliohippus*, *c Protohippus* (*Hipparion*), *d Miohippus* (*Anchitherium*), *e Mesohippus*, *f Orohippus*. (Nach Marsh.)

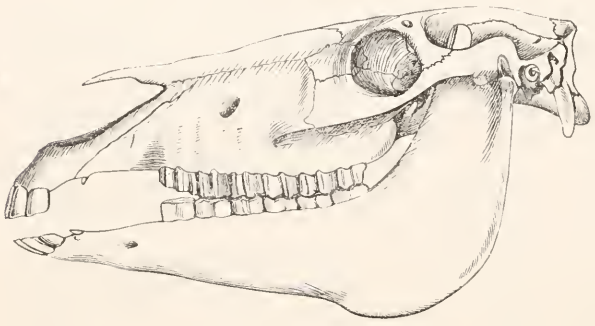
1. Fam. *Tapiridae*. Mittelgrosse, kurz behaarte Hufthiere, deren mittelhohe Vorderbeine mit vier, die Hinterbeine mit drei Zehen enden. Die Schnauze endet mit kurzem nackten Rüssel. Gebiss beinahe vollständig bezahnt, von relativ ursprünglichem Typus. Die Backenzähne sind durch die Dicke der Joche und die noch kenntlichen ursprünglichen Höcker ausgezeichnet. Die Joche im Oberkiefer geradlinig, im Unterkiefer nahezu rechtwinkelig gebogen, nur die der hinteren Zahnhälfte deutlich ausgeprägt. In Europa beginnen sie mit der Gattung *Lophiodon*, welche nur 3 Praemolaren und wahrscheinlich nur 3 Zehen besass. Die Stammform der Tapire ist wahrscheinlich *Helaletes* Marsh (*Systemodon* Cope) mit 4 Praemolaren und 4 Vorderzehen, dann folgt *Protapirus* Filh. aus den Phosphoriten

[1]) Leidy's *Parahippus* und *Hypohippus*, nur wenig von *Anchitherium* verschieden, führen zu *Merychippus* Leidy, dem Ausgangspunkt der modernen Pferde.

von Quercy. Jüngere fossile Tapire waren *Tapirus helveticus* H. v. M., *T. priscus*. Wahrscheinlich war Amerika das Ausgangscentrum der Stammform, von welcher schon während der älteren Tertiärzeit Nachkommen nach der alten Welt kamen. Die recenten Arten leben besonders in feuchten Waldungen und gehören den Tropen theils Amerikas, theils Ostindiens an. *Tapirus indicus* Desm., Schabrakentapir, Sumatra. *T. americanus* L., Anta, Südamerika.

2. Fam. *Rhinoceridae*. Grosse plumpe Dickhäuter mit niedrigen Beinen und einem oder zwei und dann hintereinander stehenden Hörnern (Epidermoidalbildungen) auf dem stark gewölbten Nasenbeine. *Rhinoceros*. Mit 3 Vorderzehen. Gebiss: $\frac{2}{2}\frac{0}{0}\frac{4}{4}\Big|\frac{3}{3}$. Die Backenzähne durch die dicke Aussenwand ausgezeichnet, welche neben dem ersten Querjoch eine thurmförmige Erhebung bildet. Die Joche der unteren Backenzähne rechtwinekelig gebogen im Oberkiefer geradlinig. Die ältesten Formen gehören der Gattung *Hyrachyus* Leidy an, mit *Palaeotherium*-ähnlichem Gebiss, von Bunodontentypus der Backenzähne und mit 4 vollständigen Zehen. *Hyracodon* Leidy aus dem Untermiocän besass noch 3 Schneidezähne, sowie auch den vierten oberen Praemolar, hatte aber nur 3 Vorderzehen. Bei *Aceratherium* fehlten noch die Hornzapfen, während die Schneidezähne der Zahl nach reducirt waren.

Fig. 851.



Schädel von *Equus caballus*.

Gebissformel $\frac{2}{2}\frac{0}{1}\frac{4}{4}\Big|\frac{3}{3}$. Die recenten Arten der Gattung *Rhinoceros*, die schon im Miocän auftrat, leben in den Tropen Ostindiens und Afrikas. *Rh. indicus* Cuv. *Rh. javanus* Cuv. *Rh. sumatranus* Cuv. Die afrikanischen Nashörner besitzen zwei Hörner. *Rh. africanus* Camp. Unter den diluvialen Formen Europas war das mit dem Mammuth gleichzeitige Rhinoceros mit knöcherner Nasenscheidewand, *Rh. tichorhinus* Cuv., durch seine dicht behaarte Haut dem kalten Klima angepasst. Jungtertiär ist *Rh. leptorhinus* Cuv. Verwandt ist die fossile Gattung *Elasmotherium* Brdt.

3. Fam. *Equidae* (*Solidungula* Aut.). Hochbeinige schlanke Hufthiere, die nur mit dem starken, von breitem Hufe umgebenen Endgliede (Hufbein) der dreigliedrigen Mittelzehe den Boden betreten. (Fig. 850.) Die zweite und vierte Zehe sind entweder als kleine Nebenzehen (Afterklauen) vorhanden (fossile Gattungen) oder auf die Metatarsalknochen (Griffelbeine) reducirt. Das Gebiss (Fig. 851) besitzt sechs obere und sechs untere grosse meisselförmige Schneidezähne, die sich in geschlossener Bogenlinie aneinanderfügen und sich durch die querovale Grube ihrer Kaufläche auszeichnen. Eckzähne sind in beiden Kiefern gewöhnlich nur im männlichen Geschlecht vorhanden und bleiben kleine kegelförmige „Haken“. Die Joche der Backenzähne stark gekrümmt und scharf von der Aussenwand abgesetzt, im Unterkiefer halbkreisförmig, mit einem Doppelhöcker. Die Zahl der Backenzähne betrug bei den fossilen Formen sieben in jedem Kiefer, und zwar vier Praemolaren und drei Molaren oben und unten. Bei den jetzt lebenden Arten der Gattung *Equus* ist sie in Folge allmäliger, schon in den aufeinanderfolgenden fossilen Formen nachweisbarer Reduction der ersten Praemolaren auf sechs gesunken, indessen findet sich vor dem ersten der drei bleibenden Praemolaren noch, als letzter Rest, ein kleiner hinfälliger Zahn (Wolfszahn Bojanus). Eine Nebenlinie der *Equiden* bilden die ausgestor-

benen *Palaeotheriden*, deren Gebiss sich durch eine einfachere Gestaltung der Backenzähne auszeichnete. Bei *Palaeotherium* waren die vier Praemolaren bereits Molaren-ähnlich, ohne dass diese prismatisch wurden.

Hyracotherium leporinum Ow., Alteocän. *Anchitherium Dumasii* Gerv. Füsse dreizehig mit grosser Mittelzehe und zwei Seitenzehen (nebst Metatarsalrest der kleinen Zehe an der vorderen Extremität). Backenzähne: $\frac{4}{4}\left|\frac{3}{3}\right.$. Vorderer Praemolar sehr reducirt. Mittel-Mioeän. *Hipparion gracile* Kp., Ober-Mioeän. Von den sieben Backenzähnen ist der vordere ein einfaches Prisma mit halbmondförmigem Querschnitt, geht aber schon mit dem Milchgebiss verloren. Die beiden Seitenzehen berühren den Boden nicht mehr. Von der Ulna ist der obere Theil geblieben, die Fibula ist ganz hinweggefallen.

Equus L. Füsse einzehig mit Metatarsalresten der zweiten und vierten Zehe (Griffelbeine). Backenzähne: $\frac{3}{3}\left|\frac{3}{3}\right.$ mit einem Rudiment eines vorderen früh hinfälligen siebenten Zahnes. *E. caballus* L. (Fig. 851.) Lebend nur im domesticirten Zustande bekannt, stammt wahrscheinlich von mehreren der bereits zur Diluvialzeit lebenden Pferdearten ab und ist wahrscheinlich in der sogenannten, auf die Mammuthzeit folgenden Renthierzeit, in welcher das Pferd gejagt und gegessen wurde, zuerst domesticirt. Nach Nehring[1]), welcher die früher herrschende Ansicht bekämpft, dass Asien die alleinige Heimat des Pferdes gewesen sei, sollen von dem mittelgrossen starkknochigen Diluvialpferd Deutschlands die Rassen occidentaler Pferde abstammen, während die zierlichen dünnknochigen Pferde, von denen sich in den Torfmooren und Pfahlbauten der Bronzezeit Reste finden, von einem kleineren schwächeren Diluvialpferde herzuleiten seien. Dazu würden dann die Pferde orientalischer und asiatischer Herkunft kommen. Nicht selten tritt bei verschiedenen Racen des domestieirten Hauspferdes in der Fussbildung ein Rückschlag ein, indem sich das innere Griffelbein des Vorderfusses in eine Afterzehe fortsetzt. Sehr selten sind Pferde mit Hipparionfüssen beobachtet worden. (Rückschlag in der Färbung, Rücken- und Schulterstreifen.) Die gegenwärtig wild lebenden Pferde sind theilweise gestreift (Tigerpferde), theils einförmig, die letzteren bewohnen vornehmlich die asiatischen Steppen. *Asinus taeniopus* Heugl., Wildesel im südöstlichen Asien. Stammform des Hausesels, *E. asinus* L. *A. hemionus* Pall., Dschiggetai, Halbesel. *A. onager* Pall., Kulan, Mongolei. Die afrikanischen Arten (zu der Untergattung *Hippotigris* Sm. gestellt) sind: *E. quagga* Gm., *E. zebra* L., *E. Burchelli* Fisch.

5. Ordnung. **Artiodactyla**[2]), Paarzeher.

Ungulaten mit Articulation des Cuboides und Astragalus, mit vorwiegender, gleichmässig starker Entwicklung der dritten und vierten Zehe und verschieden gestaltetem, oft reducirtem Gebiss.

Schon im unteren Eocän waren von den Urhufthieren die Perissodactylen und Artiodactylen abgezweigt, letztere vierzehig, aber schon mit merklich abgeändertem Gebiss. Wahrscheinlich sind von den *Condylarthren* die *Pteri-*

---

[1]) A. Nehring, Fossile Pferde aus deutschen Diluvialablagerungen und ihre Beziehungen zu den jetzt lebenden Pferden. Berlin, 1884.

[2]) Rütimeyer, Fauna der Pfahlbauten. Derselbe. Versuch einer natürlichen Geschichte des Rindes. Denkschriften der Schweizer naturf. Gesellschaft, Bd. 22 und 23. W. Kowalevski, Monographie der Gattung Anthracotherium. Palaeontographica, 1873. Vergl. ferner: Cope, Schlosser.

ptychiden die Vorfahren von *Artiodactylen* gewesen (Milchgebiss von *Pteriptychus* [*Conoryctes* Cope]). Das Gebiss hatte bei den älteren Paarzehern wie Unpaarzehern noch mehrfache Züge mit Fleischfressern gemeinsam. Caninen und Incisiven waren Carnivoren-artig. Allmälig wurden diese Zähne schwächer. Die Praemolaren waren ursprünglich seitlich comprimirte Hügel und verstärkten sich dann durch Ausbildung von Höckern und Leisten, ohne in dem Masse wie bei den Perissodactylen den Molarentypus zu erreichen. Die Veränderungen begannen mit dem vordersten Molar und hintersten Praemolar. Dann schritt die Specialisirung nach divergenten Richtungen fort, meist unter Reduction der Incisivi, bei besonderer Grössenzunahme, oder gänzlichem Ausfall der Canini und unter verschiedener Gestaltung der Backenzähne, welche vier Praemolaren und drei Molaren blieben. Es gestalteten sich die Backenzähne entweder zu Höckerzähnen mit vier oder fünf warzenförmigen Hügeln (*Bunodonten*) oder zu sogenannten Sichelzähnen mit halbmondförmigen Schmelzfalten (*Selenodonten*). In den älteren Formen war dieser Gegensatz noch nicht so scharf ausgeprägt (*Anthracotheriden — Anoplotheriden*). Seinen Höhepunkt erreicht derselbe in den Schweinen und Wiederkäuern der Gegenwart. Von den nach Ausfall der Innenzehe zurückbleibenden vier Zehen besassen schon bei den ältesten Paarzehern die beiden mittleren eine grössere Stärke, in anderen Formen waren bereits die beiden nach aussen stehenden Zehen völlig geschwunden, aber noch die Mittelhand- und Mittelfussknochen getrennt (*Anoplotherium*, *Xiphodon*). Hier zeigten aber die Wurzelknochen beider Extremitäten das sogenannte *inadaptive* Verhältniss (Kowalevski), indem die zu den reducirten Zehen gehörigen Wurzelknochen nicht in den Dienst der zurückbleibenden Zehen traten, sondern functionslos wurden und verkümmerten.

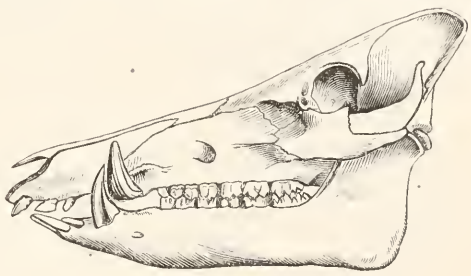
Die recenten Formen sind theils plumpe, schwer gebaute, theils schlanke, gracile Formen; die ersteren mit niedrigen Beinen, dicker, nackter Haut und straffem Borstenkleid, die letzteren meist hochbeinig, mit dichtem, eng anliegendem Haarpelz. Die beiden Mittelzehen mit ihrer starken Hufbekleidung tragen hauptsächlich die Körperlast, indessen können auch noch die zweite und fünfte Zehe beim Auftreten an der Unterstützung des Körpers theilnehmen, rücken aber meist als rudimentäre Zehen nach hinten und berühren als Afterzehen den Boden nicht mehr.

1. Unterordnung. *Bunodonta.* Vorwiegend mit Höckern der Backenzähne und vollständiger Bezahnung, stets mit Eckzähnen und mit einfacher Magenform. Die Metatarsalknochen der Mittelzehen sind niemals zu einem einzigen Röhrenknochen verschmolzen. Die Höckerzähne sind bei den alten fossilen Formen durch den Besitz von fünf Höckern ausgezeichnet und werden erst später vierhöckerig, dann aber durch eine grössere Zahl sich entwickelnder Nebenhöcker vielhöckerig (*Sus*). Die jetzt lebenden Typen beschränken sich auf die Familien der Hippopotamiden und Suiden, welch' letztere sich durch fossile Formen bis auf eocäne Gattungen zurückführen lassen. Jene bewahrten

die alte Zehengestaltung, wie sie der eocäne *Hyopotamus* besass. An ihrem Gebisse sind Eckzähne und Schneidezähne, von denen die äusseren hinweggefallen sind, wurzellos und von enormer Stärke. Die Suiden mit reducirten Aussenzehen und Omnivorengebiss gehören sowohl der alten wie neuen Welt an und werden dort durch miocäne Gattungen, *Palaeochoerus* und *Choerotherium* (letztere mit vier Zehen noch in fast gleicher Ausbildung), zu eocänen Formen mit fünfhöckerigen Molaren, wie *Choeropotamus*, hier von *Dicotyles* zu dem miocänen *Tinohyus* bis zu dem eocänen *Eohyus* zurückverfolgt. Im Gebiss der Suiden ist meist nur der Eckzahn wurzellos, bei *Phacochoerus* jedoch auch der letzte Molar, welcher sich in seinem Bau wie auch der vorletzte Molar einem Faltenzahne nähert. In den Schneidezähnen, die im Alter ausfallen, tritt in verschiedenen Gattungen eine Reduction von $\frac{3}{3}$ zu $\frac{2}{3}$ (*Porcus*) bis zu $\frac{1}{3}$ (*Phacochoerus*) ein.

1. Fam. *Anthracotheriidae*. Mit vierzehigen Füssen, primitiver Anordnung der Carpalien und Tarsalien. Im Gebisse praevalirte die Fünfzahl der molaren Höcker und der einfache Bau der Praemolaren, welche an die der Fleischfresser anschliessen. Vorwiegend eocän. *Choeropotamus* Cuv., *Ragatherium* Pict., *Anthracotherium* Cuv.

Fig. 852.



Schädel von *Sus scrofa fera*.

2. Fam. *Obesa*. Vierzehig, von plumper Gestalt, mit unförmig grossem Kopf und breiter, stumpfer, angeschwollener Schnauze. Gebiss: $\frac{2\ 1\ 4\ |\ 3}{2\ 1\ 3\ |\ 3}$. *Hippopotamus amphibius* L., Nilpferd. *H. major* Cuv., Diluvium des mittleren und südlichen Europa.

3. Fam. *Suidae*[1]) (*Setigera*). Mit dichtem Borstenkleid und kurzrüsseliger Schnauze. Das Gebiss (Fig. 852) besitzt alle Zahnarten, doch ist die Zahnreihe nicht vollkommen geschlossen. Die Schneidezähne stehen schräg horizontal und erfahren in einzelnen Gattungen eine Reduction bis zu $\frac{1}{3}$. Die wurzellosen Eckzähne stark verlängert, dreiseitig, im männlichen Geschlecht als „Hauer" gewaltige Waffen. 6—7 schmelzfaltige Backenzähne, darunter drei Molaren, in jedem Kiefer. Die ältesten Formen besassen noch Caninen und Molaren nach Art der Fleischfresser. Die Molaren zeigten fünf, später vier Tuberkel, die Monden ähnlich sind. Nur die beiden Mittelzehen berühren den Boden, während die kleineren Aussenzehen als Afterzehen nach hinten liegen. (Fig. 825 c.) *Phacochoerus aethiopicus* Cuv., Südafrika. *Ph. Aelianus* Rüpp. (*Sus africanus* L.), Abyssinien bis Guinea. *Porcus babyrussa* L., Hirscheber, Molukken. *Potamochoerus africanus* Schreb. (*larvatus* Fr. Cuv.), Warzenschwein, Südwestafrika. *Sus europaeus* Pall. (*S. scrofa* L.), Wildschwein. Gebiss: $\frac{3\ 1\ 4\ |\ 3}{3\ 1\ 4\ |\ 3}$. In weiter Verbreitung von Indien bis zum Westen Europas und Nordafrika. Stammform einer grossen Zahl von Racen unseres Hausschweines, wogegen man

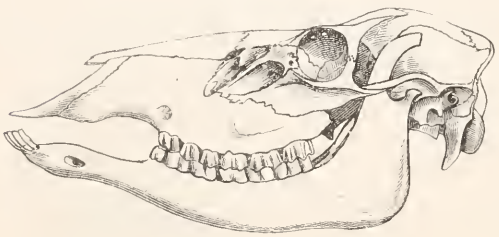
[1]) Herm. v. Nathusius, Vorstudien für Geschichte und Zucht der Hausthiere, zunächst am Schweineschädel. Berlin, 1864. Derselbe, Die Racen des Schweines. Berlin, 1860.

die Schweine aus China, Chochinchina, Siam, das neapolitanische, ungarische, andalusische Schwein, das kleine Bündtnerschwein und das Torfschwein aus der jüngeren Steinzeit der Schweizer Pfahlbauten auf eine besondere Stammart (*S. indicus*) zurückzuführen hat (Nathusius), die wild nicht mit Sicherheit bekannt ist, aber dem *S. vittatus* Müll. Schl. von Java und Sumatra nahesteht. *Dicotyles torquatus* Cuv., *D. labiatus* Cuv., Bisamschwein, Pecari, Amerika.

Die zahlreichen fossilen Formen vertheilen sich auf verschiedene schon im Eocän bekannte Gattungen: *Leptochoerus* Leidy, *Cebochoerus* P. Gerv., *Hemichoerus* Filh. mit fünf tuberkulären oberen Backenzähnen. *Palaeochoerus* Pom., Myocän. *Hyotherium* Meyer. Die Gattung *Sus* beginnt schon im obern Miocän. *S. antiquus* Kaup.

2. Unterordnung. *Selenodonta* [1]), *Wiederkäuer*. Mit Halbmonden der Backenzähne an Stelle der Tuberkel. Die jetzt lebenden Typen mit unvollständigem Gebiss (Fig. 853), an welchem meist die oberen Schneidezähne hinweggefallen sind und dann auch Eckzähne nicht mehr zur Ausbildung kommen. Dagegen stehen im Unterkiefer acht (mit den adaptirten unteren Eckzähnen), selten nur sechs schaufelförmige Schneidezähne. Die allgemeine Gestalt der Backenzähne bietet ziemlich feste Merkmale und zeigt einen ausgeprägt selenodonten Charakter. Die Praemolaren sind klein, meist nur ein- oder zweilobig. Die Metacarpal- und Metatarsalknochen sind bei den jetzt lebenden Formen, mit Ausnahme der *Traguliden*, zu einem gemeinsamen Röhrenknochen (*Canon*) verschmolzen. (Fig. 825 *d*.)

Fig. 853.



Schädel von *Cervus canadensis*.

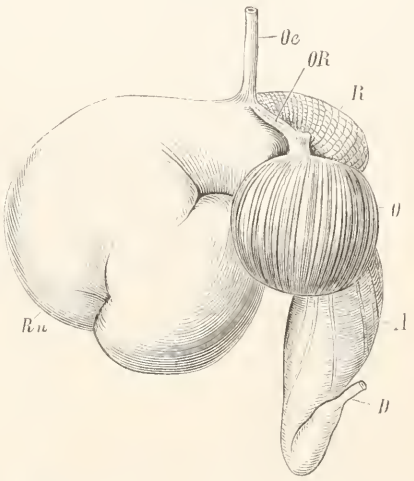
Die selenodonten Paarzeher beginnen bereits im Eocän mit den vierzehigen *Hyopotamiden*, beziehungsweise dreizehigen (*Anoplotheriden*) Formen, von denen sich die ersteren von den *Anthracotheriden* nicht streng, und lediglich durch den ausgeprägteren selenodonten Charakter der Backenzähne abgrenzen lassen. Auch hier bilden fünflobige Molaren eines noch ziemlich indifferenten Palaeotherien-ähnlichen Gebisses den Ausgangspunkt. Ausser den $\frac{3}{3}$ Schneidezähnen und mässig vortretenden Eckzähnen waren $\frac{4}{4}\left|\frac{3}{3}\right.$ Backenzähne vorhanden. Praemolaren einfach, noch wenig entwickelt (*Dichobune*, *Caenotherium*, *Xiphodon*). Die Divergenz in Geweihträger und Hohlhörner erfolgte erst weit später, nachdem die Molaren vierlobig geworden und die Specialisirung des Gebisses unter Reduction der oberen Schneidezähne und Complication der Praemolaren wesentlich vorgeschritten war. Mit dem Schwunde der Eckzähne stand das Auftreten der Stirnwaffen in Causalnexus.

---

[1]) Vergl. besonders G. J. Sundevall, Methodische Uebersicht über die wiederkauenden Thiere. 2 Theile. 1847. Rütimeyer, Beiträge zu einer natürlichen Geschichte der Hirsche, 1880—1884.

Physiologisch und anatomisch charakterisiren sich die jetzt-lebenden selenodonten Paarzeher durch das Wiederkauen und die hierauf bezügliche Bildung des Magens. Die Nahrung besteht überall vorzugsweise aus vegetabilischen Substanzen, welche nur geringe Mengen von Eiweissstoffen enthalten und daher in grossen Quantitäten aufgenommen werden müssen. In dieser Beziehung erscheint die Arbeitstheilung zwischen Erwerb und Aufnahme der Nahrung einerseits und Mastification andererseits als eine vortheilhafte, durch Magenbildungen anderer Säugethiere vorbereitete Einrichtung. Das Abrupfen und Eintragen der Nahrung fällt der Zeit nach mit der freien Bewegung, das Kauen und Zerkleinern mit dem Ausruhen zusammen. Die Fähigkeit des Wiederkauens beruht auf dem complicirten Bau des Magens, welcher aus vier, seltener drei eigenthümlich verbundenen Abtheilungen besteht. (Fig. 854.) Die nur oberflächlich gekaute, grobe Speise gelangt durch die seitliche Oeffnung der Oesophagealrinne, deren wulstige Lippen auseinandertreten, in die erste und grösste sackförmige Magenabtheilung, den Pansen (*Rumen*). Von hier tritt dieselbe in den kleinen Netzmagen (*Reticulum*) über, welcher als ein kleiner rundlicher Anhang des Pansen erscheint und nach den netzartigen Falten seiner Innenfläche benannt wird. Nachdem die Speise hier durch zufliessende Secrete erweicht ist, steigt sie mittelst eines dem Erbrechen ähnlichen Vorganges durch die Speiseröhre in die Mundhöhle zurück, wird einer zweiten gründlichen Mastification unterworfen und gleitet nun in breiiger Form durch die geschlossene Oesophagealrinne, deren wulstförmige Ränder aneinander gelegt bleiben, in die dritte Magenabtheilung, den Blättermagen oder Psalter (*Omasus*). Aus diesem kleinen, nach den zahlreichen blattartigen Falten seiner inneren Oberfläche benannten Abschnitt gelangt die Speise in den vierten Magen, den längsgefalteten Labmagen (*Abomasus*), in welchem die Verdauung unter Zufluss des Secretes der zahlreichen Labdrüsen ihren weiteren Fortgang nimmt. In nur wenigen Fällen, bei dem javanischen Moschusthiere und den *Tylopoden* (Kameel und Lama), fällt der Blättermagen als gesonderter Abschnitt hinweg.

Fig. 854.



Der Magen des Kalbes. *Ru* Pansen (Rumen), *R* Netzmagen (Reticulum), *O* Blättermagen (Omasus), *A* Labmagen (Abomasus), *Oe* Oesophagusende, *OR* Oesophagealrinne, *D* Anfang des Darmes.

Der Uterus ist zweihörnig, die Zitzen liegen in zwei- oder vierfacher Zahl in der Inguinalgegend. Das Junge wird in seiner körperlichen Ausbildung weit vorgeschritten geboren. Mit Ausnahme Neuhollands, wo die Wiederkäuer erst als Zuchtthiere eingeführt wurden, finden sich dieselben über die ganze Erde

verbreitet. Sie sind friedliebend und halten heerdenweise zusammen. Leben meist polygamisch.

1. Fam. *Anoplotheriidae*[1]). Dreizehig (ursprünglich vierzehig). Mittelfussknochen getrennt, Wurzelknochen inadaptiv reducirt. Zähne in geschlossener Reihe, die Molaren selenobunodont mit fünf Tuberkeln. Die Aussentuberkel zu Halbmonden gestaltet. Die Praemolaren werden nach vorne successive kleiner. Eocän. *Anoplotherium commune* Cuv. Bei den nordamerikanischen *Oreodontiden* (Mittel-Miocän) besitzen die oberen Backenzähne bereits vier echte Monde, und sind auch die Praemolaren bedeutend vervollkommnet.

2. Fam. *Tylopoda* (*Camelidae*), Schwielenfüsser, wohl von den *Oreodontiden* abgezweigt. Hornlose Wiederkäuer ohne Afterzehen, mit schwieliger, alle drei Phalangen deckender Sohle hinter den kleinen Hufen. Auch die Zwischenkiefer tragen die beiden seitlichen, in der Jugend sogar alle Schneidezähne, während die Zahl der unteren Schneidezähne um zwei verringert ist. Dazu kommen starke Eckzähne in jedem Kiefer. Gebiss noch ziemlich vollständig. Backenzähne: $\frac{2\,|\,3}{1\,|\,3}$. Magnum und Trapezoideum, ebenso Naviculare und Cuboideum noch getrennt. Blättermagen nicht gesondert. In Amerika durch die Lamas, in der alten Welt durch die Kameele vertreten. In neuerer Zeit sind zahlreiche fossile Formen in Amerika gefunden worden. Die untermiocäne Gattung *Poëbrotherium* Leidy besass noch sämmtliche Incisivi und getrennte Mittelfussknochen. Die Praemolaren hatten einfache Schneiden. Erst bei *Procamelus* ist die Zahl der Schneidezähne auf $\frac{1}{3}$ reducirt, die der Backenzähne aber noch $\frac{4\,|\,3}{4\,|\,3}$. Die Gattung *Auchenia* lebte bereits zur Diluvialzeit auch in Nordafrika.

Camelus L. ausschliesslich der alten Welt angehörig und schon fossil in den Sivalikhügeln. *C. dromedarius* L., Dromedar oder einhöckeriges Kameel, Afrika. Backenzähne: $\frac{3\,|\,3}{3\,|\,3}$. *C. bactrianus* L., zweihöckeriges Kameel. Centralasien, Tartarei, Mongolei. *Auchenia* Ill. $\frac{0}{3}\,\frac{1}{1}\,\frac{2}{1}\,\Big|\,\frac{3}{3}$, durch *Leptauchenia* Leidy und *Pliauchenia* Cope aus dem Miocän Amerikas vorbereitet. *A. glama* L., Lama. *A. huanaco* H. Sm. *A. Alpaco* Gm. *A. vicugna* Gm. Alle an der Westküste Südamerikas.

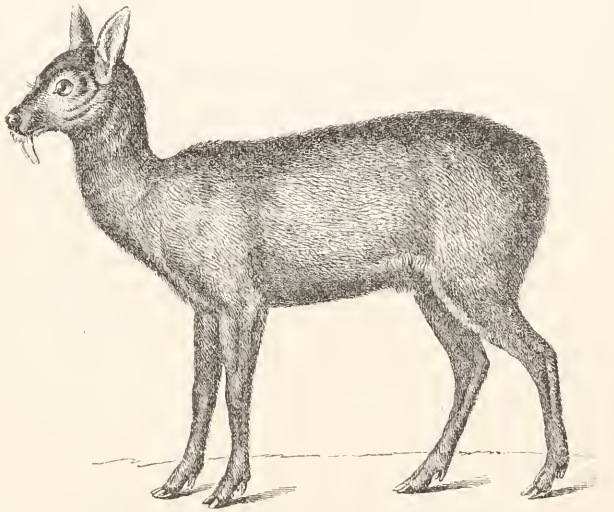
Fam. *Tragulidae*, Zwergmoschusthiere. Kleine schlanke Wiederkäuer ohne Geweihe, mit stark entwickelten oberen Eckzähnen beim Männchen, mit einfach gebauten Praemolaren und vollständigen Seitenzehen. Der untere Eckzahn gestaltet sich nach Art eines Schneidezahnes. Obere Schneidezähne fehlen. Für die vordere Hälfte der unteren Molaren ist das Vorhandensein kammförmiger Leisten charakteristisch. Schliessen sich im Gebiss und besonders durch die Grösse der Seitenzehen, sowie Trennung der beiden mittleren Metatarsalknochen (*Hyaemoschus* Gray) an miocäne Paarhufer (*Lophiomeryx*) an. Fossile Formen sind *Hyaemoschus crassus*, Miocän. *Tragulus javanicus* Pall., Sundainseln. *Hyaemoschus aquaticus* Olgb., Westküste Afrikas.

Fam. *Cervidae*, Hirsche. Von schlankem Bau, meist mit Geweihen im männlichen Geschlecht und zwei Afterklauen. Häufig finden sich beim Männchen obere Eckzähne, die bei dem echten Moschusthier wurzellos sind und eine bedeutende Grösse erreichen. Backenzähne meist: $\frac{3\,|\,3}{3\,|\,3}$ mit geringer Höhe der Zahnkronen. Lassen sich auf die oligocäne Gattung *Gelocus* zurückführen, deren Bezahnung bereits Hirsch-ähnlich war. An den oberen Molaren war bereits der fünfte Tuberkel geschwunden und die vier gebliebenen zu plumpen Monden gestaltet. Der obere vierte Praemolar fehlte, der untere ist ein ein-

[1]) Durch fossile Reste der Tertiärzeit sind ferner die Familien der *Dichobuniden*, *Caenotheriiden* und *Xiphodontiden* vertreten.

facher Stift geworden, ebenso ist der untere Eckzahn von der Gestalt eines Schneidezahnes, der obere fast säbelförmig. Dann folgen die miocänen Gattungen *Prodremotherium* Filh. und *Palaeomeryx* H. v. M., welche letztere sich in einer Reihe grösserer und kleinerer Arten, die der spätern Zeit mit einfachem Geweih, ins Obermiocän fortsetzen. Daneben treten schon im Mittelmiocän echte Hirsche der Gattung *Cervus* auf. Von systematischer Bedeutung erscheint das Geweih, welches mit Ausnahme des Renthiers auf das männliche Geschlecht beschränkt ist; dasselbe ist ein solider Hautknochen, welcher auf einem Knochenzapfen der Stirn (*Rosenstock*) aufsitzt und sich von der kranzförmig verdickten Basis desselben (*Rose*) in regelmässig periodischem Wechsel ablöst, um abgeworfen und erneuert zu werden. Uebrigens dürfte dem Geweihe nicht der Werth als vornehmliches Kennzeichen zur Unterscheidung beizulegen sein, vielmehr ist es den Antilopen und Rindern gegenüber vornehmlich die langgestreckte, mehr cylindrische Schädelform, die Ausdehnung der Nasencavität bei geringer Höhe des Oberkiefers, welche die Cerviden charakterisirt. Die älteren Cerviden waren überhaupt geweihlos, ähnlich wie unter den jetzt lebenden Formen die den Cerviden sehr nahestehende Gattung *Moschus*. Erst im mittleren Miocän Europas und Amerikas treten Hirsche mit einfach gegabeltem Geweih auf, welchem noch die Rose fehlt (*Palaeomeryx* Meyer, *Procervulus* Gaudry). Am nächsten steht denselben die schon im Diluvium vertretene Gattung *Cervulus*. Die Cerviden ernähren sich von Laub, Knospen und Trieben. Die Weibchen besitzen vier Zitzen, bringen indess meist nur ein Junges zur Welt. Nur Australien und Südafrika entbehren derselben.

Fig. 855.



Moschus moschiferus, aus Brandt und Ratzeburg.

Moschus L. (*Moschina*), Moschusthier. Ohne Geweih, mit hauerartig entwickelten Eckzähnen im männlichen Geschlecht und Moschusbeutel zwischen Nabel und Ruthe. *M. moschiferus* L. (Fig. 855.) Im Hochgebirge Mittelasiens von Tibet bis Sibirien verbreitet.

Cervulus Blainv. (*Cervulina*). Mit einfach gabligem Geweih und starken vorragenden Eckzähnen. *C. Muntjac* Temm., Java. Nahe stehen die amerikanischen Spiesshirsche (*Coassus*).

Cervus L. (*Cervina*). Mit verschieden gestaltetem Geweih, oft ohne Eckzähne. Mit Rücksicht auf die geographische Verbreitung erscheint die Thatsache von Interesse, dass bei den amerikanischen Hirschen und dem Rehe (*Capreolus*) die Mittelfussknochen der Afterzehen bei langgestreckter Form die Verbindung mit den oberen Phalangen bewahren, bei den altweltlichen Hirschen, sowie bei dem nordamerikanischen Wapiti dagegen unter bedeutender Reduction dieses nur im oberen Endstück sich erhaltenden Knochens die Verbindung mit den Phalangen verloren geht. Eine Mittelstellung nehmen die circumpolaren Typen des Elchs und Renthieres ein[1]. *C.* (*Capreolus*) *Capreolus* L., Reh. *C.* (*Cervus*)

[1]) Brooke, On the classification of the Cervidae. Proc. Zool. Soc., 1878.

elaphus L., Edelhirsch. *C. Canadensis* Briss., Wapiti. *C. virginianus* Gm., Nordamerika. *C. axis* Erxl., Ostindien. *C. campestris* Cuv., Pampashirsch. *C.* (*Dama*) *vulgaris* Brookes, Damhirsch. *Megaceros hibernicus* O. (*euryceros*), diluvialer Riesenhirsch. *C.* (*Alces*) *palmatus* Klein. = *C. alces* L., Elch. Im nördlichen Europa, Russland, Nordamerika. *C.* (*Rangifer*) *tarandus* H. Sm., Renthier. In beiden Geschlechtern mit Geweihen, welche zahlreiche breit auslaufende Zacken tragen. Zur Diluvialzeit weit über Europa verbreitet, gegenwärtig nur nordisch. Zug-, Last- und Reitthier der Lappländer.

Fam. *Camelopardalidae*, Giraffen. Mit sehr langem Hals, langen Vorderbeinen, weit kürzeren Hinterextremitäten und deshalb nach hinten abschüssigem Rücken. Zwei geweihartige Erhebungen der Stirn, vom Fell bekleidet, entsprechen Hautverknöcherungen, werden jedoch nicht gewechselt und verwachsen nie mit dem Stirnbeine. Fossile Formen sind in Asien und Europa gefunden, von wo aus die Ueberwanderung nach Afrika erfolgt sein dürfte. *Helladotherium* Gaudry, im Pliocän. *Sivatherium* Falc. und Cautl., Sivalikschichten Indiens, mit zwei Stirnzapfen, auf die Antilopen hinweisend. *Camelopardalis giraffa* Gm. In bewaldeten Ebenen des inneren Afrika. *C. attica* Gaudry, im obern Miocän von Pikermi.

Fam. *Cavicornia*, Hornthiere. Theils schlanke, theils plump gebaute Wiederkäuer ohne Eckzähne, mit $\frac{3}{3}\left|\frac{3}{3}\right.$ Backzähnen und Hohlhörnern in beiden Geschlechtern. Die ältesten Wiederkäuer mit Hohlhörnern finden sich im Obermiocän (*Antilope Cordieri*). Den Hirschen gegenüber zeigen sie sowohl im Gebisse als im Extremitätenbau weitergreifende Specialisirungen. Die Caninen und der vierte Praemolar fallen hinweg und die Krone der Molaren ist verhältnissmässig höher. Der Hornbildung liegen bleibende, von geräumigen Höhlungen durchsetzte Knochenfortsätze der Stirnbeine zu Grunde, welche von einem überaus verschieden gestalteten Hohlhorne, dem aus Hornschichten zusammengesetzten Producte der Epidermis, eingescheidet sind. Die Hohlhörner werden sich mit den Cerviden auf gemeinsame tertiäre Stammformen zurückführen lassen. Schon im Miocän finden sich Antilopen, welche schwer von den Cerviden abzugrenzen sind. Nach Cope sind *Dicroceros* (*Palaeomeryx*) und *Antilocapra* durch die gegabelten Hörner und die haarige Hautbedeckung der unreifen Hornscheide verwandt. An den Backenzähnen sind die Zahnkronen im Vergleiche zu den Cerviden hoch und stark. Alle leben gesellig und meist in Polygamie.

Subfam. *Antilopinae*. Mit langgestrecktem, horizontal gelagertem Scheitelbein. *Antilocapra americana* Ow., Gabelgemse. *Antilope dorcas* Licht., Gazelle, Afrika. *A. euphore* Forsk., Springbock, südliches Afrika. *Saiga saiga* Wagn., Steppen Asiens. *Hippotragus equinus* Geoffr., Blaubock, Südafrika. *H. oryx* Blainv. *H. addax* Wagn., Afrika. *Strepsiceros Kudu* Gray, Afrika. *Bubalis pygarga* Sundv., Buntbock, Südafrika. *Catoblepas gnu*, Gnu, südafrikanische Ebenen. *Rupicapra rupicapra* Pall., Gemse, Pyrenäen und Alpen.

Subfam. *Ovinae*. *Ovis aries* L., das zahme Schaf, in zahlreichen Racen (deutsches Schaf, Haideschnucke, Merino, Zackelschaf, Fettschwanz) über die ganze Erde verbreitet (eine Race schon zur Steinzeit gezähmt). Mehrfach hat man den Mouflon, *O. musimon* Schreb., und den im nördlichen und mittleren Asien lebenden Argali, *O. argali* Pall., als die wilden Stammarten angesehen. *Ovibos moschatus* Blainv., Moschusochs aus Nordamerika, während der Eiszeit bis Frankreich verbreitet.

Capra ibex L., Steinbock der Alpen. *C. aegagrus* L., Bezoarziege, Kaukasus. *C. hircus* L., Hausziege, in zahlreichen Arten überall verbreitet.

Subfam. *Bovinae*. Die Hornzapfen erheben sich am äussersten Theil des hinteren Stirnbeinrandes, von welchem aus das Scheitelbein nach hinten steil abfällt. In fossilen Resten vom Diluvium bis zum Pliocän gefunden.

Bubalus (*Bubalina*) A. Wagn., Büffel. Stirn kurz gewölbt, Hörner an der Basis comprimirt. *B. caffer* L. *B. buffelus* L., Indien. Pleistocän sind: *B. antiquus* Gerv. und

sivalensis Rütim. *Probubalus* Rütim. (*Hemibos* Falc.) *celebensis*, Anoa. Fossil: *Fr. triquetricornis* Falc.

Bibos (*Bibovina*). Stirn kurz mit hoch entspringenden Hörnern. *B. grunniens* L., Yak, Tibet, Mongolei. *B. gaurus* Evans, Gauer, Ostindien. *B. indicus* L., Zebu. *B. sondaicus* Müll. Schl., Banting. *B. gravaeus* Evans, Gayal, Bengalen. *B. etruscus* Falc., Pliocän.

Bison Sundev. (*Bisontia*). Die gewölbte Stirn breiter als lang, Hörner vor der Stirnscheitelbeinleiste entspringend. *B. europaeus* Ow., Wisent, mit Unrecht Auerochs genannt. Früher im mittleren Europa weit verbreitet, gegenwärtig auf einen Fichtenwald beim Flecken Atzikhov im Bezirk Zelentscheik im Kaukasus und auf den Wald von Bialowicza beschränkt, hier von der russischen Regierung als Wild gehegt. Fossile Arten sind: *B. priscus* Boj., im Diluvium Europas, und *B. sivalensis* Falc., Pliocän. In Amerika lebt *B. americanus* Gm.

Bos L. (*Taurina*). Stirn flach und lang. Die an der Basis nur wenig verdickten Hörner entspringen seitlich an der Stirnscheitelbeinleiste. Scheitelbein steil nach hinten abfallend. *B. planifrons* Lyd., *B. nomadicus* Falc., Pliocän. *B. primigenius* Boj., Urochs, diluvial, lebte noch zu Cäsars Zeiten in Deutschland (im Nibelungen-Liede als „Ur" bezeichnet), im Chilligham-Park halbwild noch erhalten. Cuvier betrachtete denselben als Stammform des Hausrindes, *B. taurus* L., und in der That kann kein Zweifel sein, dass das Holsteiner oder Friesländer Rind auf *B. primigenius* zu beziehen ist. Nun hat aber Rütimeyer nachgewiesen, dass noch eine zweite, schon im Diluvium existirende Art *B. brachycerus* Ow. als Stammart des domesticirten Rindes (Torfkuh) anzusehen ist. Brachycephale Racen, wie sie in dem Duxer und Zillerthaler Rind auftreten, sind nicht etwa vom Wisent abzuleiten, sondern auf Mopsbildungen zurückzuführen.

6. Ordnung. **Sirenia, Seekühe.**

Wasserlebende Säugethiere mit flossenförmigen, im Ellbogengelenk beweglichen Vordergliedmassen, herbivorem Gebiss, ohne hintere Extremitäten.

Die Sirenen gleichen in ihrer Erscheinung den Walen, weichen von denselben jedoch in so zahlreichen wesentlichen Charakteren ab, dass die Uebereinstimmung in der dem Wasseraufenthalt angepassten Körperform auf convergente Entwicklung zurückgeführt werden muss. Der spindelförmige Leib mit seiner dicken, spärlich beborsteten Haut, den aufgewulsteten Lippen und dem gesonderten Hals endet mit mässig breiter, horizontaler Flossenverbreiterung. Die grossen Brustflossen sind im Ellbogengelenk beweglich, ihre fünffingerige Hand zeigt Spuren von Nägeln. Die Gestaltung der Kopfknochen ist eine andere als bei den Walen und mehr an die der Hufthiere anschliessend; in gleicher Weise das Gebiss und die innere Organisation. Auch besteht für die Schneidezähne ein Zahnwechsel. Die Backenzähne haben eine flache Krone und sind stets in beiden Kiefern wohl entwickelt. Eckzähne fehlen. Dagegen finden sich zuweilen im Oberkiefer hauerartige Vorderzähne (Dugong), während die unteren Vorderzähne frühzeitig ausfallen. Die Nasenöffnungen bewahren die normale Lage vorne über der aufgewulsteten Schnauze. Die Milchdrüsen sind brustständig.

Fossile Sirenen finden sich schon im Eocän (*Prorastomus*, *Halitherium* Kaup.), mit ähnlichem herbivoren Gebiss, aber mit minder reducirtem Becken, in dessen Gelenkpfanne noch ein Rest des Femur haftete. Die Abzweigung von

den Ungulaten dürfte auch weit in die Vortertiärzeit zurückreichen, zu welcher Zeit die Extremitäten noch mit fünf freien Zehen endeten und die Specialisirung des Gebisses noch nicht begonnen hatte.

Die gegenwärtig lebenden Sirenen nähren sich an der Meeresküste von Pflanzen und Seegras, steigen auch weit in die Flussmündungen.

Fam *Sirenia,* Sirenen. *Manatus australis* Tils., amerikanischer Manati, Mündungen des Orinoco und Amazonenstromes. *M. senegalensis* Desm., afrikanischer Manati, an den Küsten Westafrikas. *Halicore indica* Desm., Dugong, Indischer Ocean und rothes Meer. *Rhytina Stelleri* Cuv., Borkenthier. Gegenwärtig ausgestorben, noch im vorigen Jahrhundert Bewohner der Behringstrasse.

7. Ordnung. **Proboscidea, Rüsselthiere.**

Vielhufer mit langem, als Greiforgan fungirendem Rüssel, ohne Eckzähne, mit zusammengesetzten Backenzähnen und Stosszähnen im Zwischenkiefer.

Die dicke Haut erscheint durch Falten gefeldert und nur spärlich mit Haaren besetzt, die sich an dem Schwanze zu einem Haarbüschel häufen. Der Kopf ist kurz und hoch, durch Höhlen in den Stirn- und Parietalknochen aufgetrieben, mit überaus verkürzten und hohen Kiefern und mit langem beweglichen Rüssel. Das Hinterhaupt fällt steil, fast senkrecht ab. Besonders mächtig sind die senkrecht gestellten Zwischenkiefer mit ihren grossen wurzellosen Stosszähnen. Bei den Mastodonten waren auch im Unterkiefer zwei Schneidezähne entwickelt, welche im weiblichen Geschlechte früh ausfielen, beim Männchen sich dagegen als Stosszähne erhielten. Eckzähne fehlen. Backenzähne finden sich je nach dem Alter, meist nur einer oder zwei in jedem Kiefer und sind aus zahlreichen parallel hintereinander gestellten Zahnplatten zusammengesetzt. Bei der Gattung *Elephas* sind diese Platten durch Cement verbunden und zeigen auf der Kaufläche quere rhombische, von Schmelzsubstanz umfasste Felder. Bei den *Mastodonten* fehlt das Cement, und erheben sich auf der Kaufläche zitzenförmige Höcker, welche paarig auf Querjochen stehen. Die Krone ist relativ sehr hoch und wächst sehr lang, die Wurzel ist kurz. Nach Owen gelangen im Ganzen drei Praemolaren und ebensoviele Molaren zur Entwicklung, doch sind niemals mehr als drei, gewöhnlich nur zwei Backenzähne gleichzeitig vorhanden, indem die hinteren, an Grösse und Zahl der Lamellen zunehmenden Zähne erst hervortreten, nachdem die vorderen ausgefallen sind. Anfangs hat jede Kieferhälfte einen Backenzahn, hinter dem sich bald ein zweiter entwickelt, später fällt der vordere abgenutzte aus, nachdem ein neuer Zahn hinter dem zweiten entstanden ist.

Die nicht sehr hohen walzenförmigen Extremitäten enden mit fünf bis auf die kleinen Hufe verbundenen Zehen. Die Weibchen haben einen zweihörnigen Uterus und zwei brustständige Zitzen, die Placenta ist gürtelförmig. Die Thiere leben in Heerden zusammen und bewohnen feuchte, schattige Gegenden im heissen Afrika und Indien. Die hohen geistigen Fähigkeiten machen den Elephanten zu einem zähmbaren, äusserst nützlichen Thiere, das schon im Alterthume zum Lasttragen, auf der Jagd und im Kriege verwendet wurde.

Die ältesten Probisciden sind (neben den Dinotherien) die im Miocän auftretenden *Mastodonten*, welche sich in der neuen Welt länger und (Ohiothier, *M. giganteum*) bis zur Diluvialzeit erhielten. Im Bereiche der alten Welt bereiteten die Mastodonten des späteren Miocän durch Cementbildung in den Vertiefungen zwischen den dachförmigen Erhebungen der Molaren-Querjoche die Zähne von *Elephas* vor. Von dieser Gattung sind die ältesten Formen im oberen Miocän (Sivalikhügel) gefunden worden, denen sich pliocäne (Arnothal) und diluviale Arten anschliessen. *E. meridionalis*, *E. priscus*, Goldf. *E. antiquus* Falc. (England). Der diluviale Elephant, welcher sich am längsten erhielt und von dem Cadaver mit Haut und Haaren im Eise Sibiriens gefunden wurden, ist das Mammuth, welches bis in das mittlere Europa weit verbreitet war.

Zu den Proboscideen ist auch die miocäne Gattung *Dinotherium* [1]) Kp. zu stellen. Am Gebiss fehlen Schneidezähne im Zwischenkiefer, während zwei grosse, nach unten gekrümmte Stosszähne im Unterkiefer sitzen. Backenzähne: $\frac{2|3}{2|3}$ mit drei oder zwei Querjochen. Milchgebiss mit je drei Praemolaren. *D. giganteum* Kp. Tertiär bis zum Obermiocän.

Fam. *Elephantidae*. *Elephas indicus* Cav. Querfelder der Backenzähne schmal bandförmig, mit fast parallelen, fein gefalteten Rändern. Kopf sehr hoch, mit concaver Stirn und relativ kleinen Ohren. Erreicht eine Höhe von 10 bis 12 Fuss. Indien und Ceylon. Der Elephant von Sumatra soll nach Temmink einer besonderen Art angehören (*E. sumatranus*). *E. primigenius* Blumb., Mammuth. Diluvial. *E.* (*Loxodon*) *africanus* Blumb. Querfelder der Backzähne rautenförmig, minder zahlreich. Schädel minder hoch. Ohren sehr gross. Mittel- und Südafrika. *Mastodon giganteum* Cuv., Ohiothier. Diluvial in Nordamerika.

8. Ordnung. **Lamnungia** [2]), **Klippschliefer.**

Kleine Vielhufer mit Nagethier-ähnlichem Gebiss, vierzehigen Vorder- und dreizehigen Hinterfüssen.

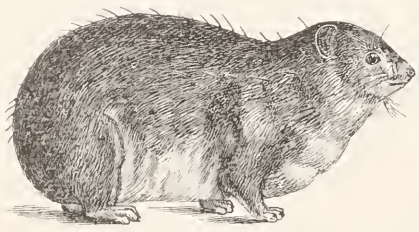
Kleine, dem Bobak ähnliche Thiere, welche in ihrem Zahnbau an die Nager erinnern und in der Bildung der Füsse mit den Tapiren Aehnlichkeit haben, jedoch im Carpus noch ein Centrale besitzen und in der Articulation des Astragalus und Calcaneus die Gestaltung der Condylarthra erhalten haben. Auch die Articulation des Astragalus mit der Fibula weist auf ein sehr altes Verhalten hin. Im Gebisse fehlen die Eckzähne; von den Schneidezähnen sind nur zwei im Zwischenkiefer übrig geblieben, von welchen der eine früh verloren geht, der andere, wie der gegenüberstehende des Unterkiefers, wurzellos bleibt und eine bedeutende Grösse erlangt. Vorder- und Hinterfläche dieses Zahnes haben Schmelzbekleidung. Die sieben Backenzähne sind verhältnissmässig wenig specialisirt und schliessen sich am nächsten denen der Rhinoceriden an. Der vierte Praemolar fehlt jedoch schon bei den meisten

[1]) Weinsheimer, Ueber Dinotherium giganteum Kaup. Berlin, 1883.

[2]) Vergl. R. Owen, On the Anatomy of Hyrax capensis. London, 1832. Ferner: E. Home, Cope etc.

Arten (*H. arboreus* ausgenommen), und der erste hat die Gestaltung der Molaren angenommen. Der Körper ist dicht behaart, gestreckt, mit sehr zahlreichen (20 + 8) Dorsolumbalwirbeln, die Vorderfüsse vierzehig, die hinteren dreizehig, mit ebensoviel kleinen Hufen versehen. Nur die innere Zehe des hinteren Fusses trägt eine Kralle; die Placenta ist gürtelförmig. Sie sind von den alten den Condylarthra vorausgehenden *Protungulata* abzuleiten.

Fig. 856.



Hyrax syriacus (règne animal).

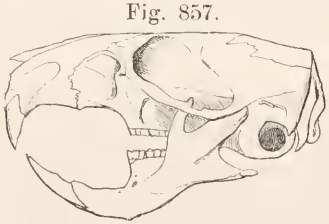
Hyrax. Gebiss: $\frac{1}{2}\frac{0}{0}\frac{4}{4}\frac{3}{3}$. *H. capensis* Schreb., Daman. *H. syriacus* Schreb. (Fig. 856), vielleicht der Saphan des alten Testaments, bewohnt steinige Wüsten in grösseren Gesellschaften.

9. Ordnung. **Rodentia** [1]) = **Glires, Nagethiere.**

Kleine Säugethiere mit Nagethiergebiss (mit $\frac{1}{1}$ meisselförmigen Schneidezähnen, ohne Eckzähne, mit 3 bis 6 schmelzfaltigen Backenzähnen) und freien, meist bekrallten Zehen.

Die Nager bilden eine sehr Arten-reiche Gruppe kleiner, meist rasch beweglicher Säugethiere, welche an der Bildung des Gebisses leicht erkannt werden, obwohl sie in der Körperform oft an Insectenfresser erinnern. Sie sind vorwiegend Sohlenläufer mit frei beweglichen Zehen, die meisten mit Krallen, nur wenige mit Kuppnägeln oder gar hufähnlichen Nägeln bewaffnet. Alle nähren sich von vegetabilischen, meist harten Stoffen, insbesondere Stengeln, Wurzeln, Körnern und Früchten, und nur wenige leben omnivor. Dieser Ernährungsart ist die Gestaltung des Gebisses angepasst, welches einen der Arterhaltung besonders günstigen Typus zu repräsentiren scheint, der in ganz ähnlicher Form von Säugethieren verschiedener Gruppen (*Phascolomys*, *Chiromys*, *Hyrax*, *Toxodon*, *Tillodontia*) in convergenter Entwicklung erworben wurde. Dasselbe (Fig. 857) besitzt zwei grosse meisselförmige, etwas gekrümmte Schneidezähne, die nur an ihrer Vorderfläche mit Schmelz überzogen sind. Die hintere Fläche derselben nutzt sich daher durch den Gebrauch rasch ab, umsomehr, als die Einrichtung des schmalen, seitlich comprimirten Kiefer-

Fig. 857.



Schädel von *Cricetus vulgaris*, nach Giebel (Bronn's Classen und Ordnungen).

[1]) Ausser Pallas, Brandt, Peters etc. vergl. G. R. Waterhouse, A natural history of the Mammalia. Vol. II. Rodentia. London, 1838. T. Rymes Jones Rodentia. Todd's Cyclopaedia of Anat. etc., 1852.

gelenkes während des Kaugeschäftes die Verschiebung des Unterkiefers von hinten nach vorne nothwendig macht. In dem Maasse der Abnutzung schiebt sich der wurzellose, beständig wachsende Zahn vor. Die von den Schneidezähnen durch eine weite Lücke getrennten Backenzähne besitzen meist quergerichtete Schmelzfalten und nur im Falle omnivorer Lebensweise eine höckerige Oberfläche. Treten sie in Wirksamkeit, so zieht das Thier den Unterkiefer so weit zurück, dass die Reibung der Schneidezähne vermieden wird, schiebt aber beim Kauen, der Lage der Querleisten entsprechend, den Unterkiefer in der Longitudinalrichtung vor. Die Zahl der Praemolaren ist verschieden, manchen fehlen sie ganz und damit fällt zugleich der Zahnwechsel hinweg (*Mus*, *Hydromys*). Molaren sind meist $\frac{3}{3}$ vorhanden, am grössten bei *Lepus* $\frac{3}{2}$, bei *Sciurus* $\frac{2}{1}$, bei *Castor* $\frac{1}{1}$. Wahrscheinlich sind dieselben im Oberkiefer aus tuberculären, im Unterkiefer aus tubercularsectorialen Zähnen abzuleiten, wie ja auch die den Nagethieren nahestehenden fossilen *Tillodonten* diesen Zahntypus zeigen.

Die Nagethiere bilden eine ausserordentlich vielgestaltige, nach Aufenthalt und Bewegungsart überaus divergirende Gruppe, von welcher manche Typen über die ganze Erde verbreitet sind.

Viele Nager äussern Kunsttriebe, indem sie Nester bauen, complicirte Höhlungen und Wohnungen graben und Wintervorräthe anhäufen. Letztere besitzen meist Backentaschen. Einige verfallen zur kalten Jahreszeit in einen tiefen Winterschlaf, andere stellen in grossen Schaaren Wanderungen an. Sie gebären zahlreiche Junge, einige in vier bis sechs Würfen des Jahres, und besitzen demgemäss eine grosse Zahl von Bauch- und Brustzitzen. Uterus meist vollständig getheilt. Fruchtkuchen scheibenförmig. Fossile Reste finden sich bereits im Eocän, reicher werden dieselben im Pliocän und ganz besonders im Diluvium, welches eine grosse Zahl jetzt lebender Arten enthält.

Fam. *Leporidae*, Hasen. Mit langen Ohren, kräftigen Hintergliedmassen und kurzem Schwanz. Gebiss: $\frac{2}{1}\frac{0}{0}\frac{5\,(6)}{6\,(5)}$. Im Zwischenkiefer stehen zwei hintere accessorische Schneidezähne (*Duplicidentata*). *Lepus timidus* L., Hase. *L. variabilis* Pall., Alpenhase. *L. cuniculus* K., Kaninchen. *Lagomys alpinus* F. Cuv., Alpenpfeifhase von kaum Fusslänge, in Sibirien. *L. princeps* Richards., Felsengebirge. Fossile Reste treten im Diluvium auf, der älteste gehört dem Ober-Miocän an (*Titanomys*).

Fam. *Subungulata*, Halbhufer. Backenzähne: $\frac{4}{4}$. Die Füsse besitzen nackte Sohlen und enden vorne mit vier, hinten meist mit drei Zehen, welche hufähnliche Nägel tragen. Gegenwärtig auf Südamerika beschränkt. *Cavia aperea* L., Aperea, in Brasilien und Paraguay. *C. cobaya* Schreb., das zahme Meerschweinchen. In der wilden Stammform unbekannt. *Coelogenys Paca* L., Brasilien. (Fig. 858.) *Dasyprocta aguti* L., Goldhase. *Hydrochoerus capybara* Erxl., das Wasserschwein, von vier Fuss Länge, das grösste aller lebenden Nagethiere.

Fam. *Hystricidae*, Stachelschweine. Mit kurzer, stumpfer Schnauze und Stacheln auf der Rückenseite des Körpers. Backenzähne: $\frac{4}{4}$. *Cercolabes prehensilis* L., der Kuandu.

Brasilien. *Erethizon dorsatus* L., Nordamerika. *Hystrix cristata* L., Stachelschwein, Italien und Spanien. Auch im Diluvium. *H. primigenia* Gaudry, Ober-Miocän.

Fam. *Octodontidae*, Trugratten oder Schrotmäuse. *Octodon Cumingii* Benn., Strauchratte, Chili. *Myopotamus coypus* Geoffr., Coypu oder Schweifbiber. Von Brasilien bis Patagonien verbreitet.

Fam. *Lagostomidae*, Hasenmäuse = Chinchillen. Haben wie die Hasen kräftig verlängerte Hinterfüsse. Gehören Südamerika an. *Eriomys lanigera* Benn., Chinchilla, in Chili. *Lagidium Cuvieri* Wagn., Hasenmaus, Chili. *Lagostomus trichodactylus* Brookes, Viskatscha oder Pampashase.

Fam. *Dipodidae*, Springmäuse. Mit sehr langen, zum Sprunge dienenden Hinterbeinen, an denen die Mittelfussknochen zu einem Laufe verschmolzen sind, und mächtigem, meist bequastetem Springschwanz. Steppenbewohner. *Jaculus labradorius* Wagn., Hüpfmaus. *Dipus aegyptius* Hempr. Ehrnb., Wüstenspringmaus, Arabien. *D. sagitta* Schreb., Aralsee. *Pedetes caffer* Ill., Springhase, Südafrika.

Fam. *Muridae*, Mäuse. Backenzähne: $\frac{3}{3}$. Langgestreckte schlanke Nager mit spitzer Schnauze, mit grossen Augen und Ohren, und langem, bald behaartem, bald schuppig geringeltem Schwanze. Bieten in der Körpergestalt zahlreiche Modificationen. *Cricetus frumentarius* Pall., Hamster. Mit inneren Backentaschen. Baut unterirdische Gänge und Kammern, in denen er Wintervorräthe anhäuft, und hält einen kurzen Winterschlaf. Wird Getreidefeldern sehr schädlich. *Cricetodon* Lart., Mittel-Miocän. *Mus rattus* L., Hausratte, erst im Mittelalter bei uns eingewandert, gegenwärtig von der Wanderratte verdrängt, aber in Amerika eingebürgert. *M. decumanus* Pall., Wanderratte, Schiffsratte. *M. musculus* L., Hausmaus. *M. sylvaticus* L., Waldmaus. *M. minutus* Pall. (*pendulinus*), Zwergmaus. *Hydromys chrysogaster* Geoffr., Biberratte Neuhollands.

Fig. 858.

Coelogenys Paca (règne animal).

Fam. *Arvicolidae*, Wühlmäuse. Von plumper Gestalt, mit dickem, breitem Kopf, wurzellosen Backenzähnen, kurzen behaarten Ohren und Schwanz. *Arvicola amphibius* L., Wasserratte. *A. arralis* Pall., Feldmaus. *A. agrestis* L., Erdmaus. *Hypudaeus glareolus* Schr., Waldwühlmaus. *Myodes lemmus* L., Lemming, auf hohen Gebirgen Norwegens und Schwedens, bekannt durch die Wanderungen, welche diese Thiere in ungeheuren Schaaren vor dem Ausbruch der Kälte unternehmen. Auch im Diluvium verbreitet. *M. torquatus* Ks. Bls., Sibirien. *Fiber zibethicus* L., Zibethmaus, Ondatra, Nordamerika.

Fam. *Georhychidae*, Wurfmäuse, mit kurzen fünfzehigen Grabfüssen. *Spalax typhlus* Pall., Blindmaus, im südöstlichen Europa. *Georhychus capensis* Pall., Erdgräber.

Fam. *Castoridae*, Biber. Backenzähne: $\frac{4}{4}$. Grosse plumpe Nager mit plattem, beschupptem Ruderschwanz. Hinterfüsse mit Schwimmhaut. Zwei das Bibergeil (*Castoreum*) absondernde Drüsensäcke münden in die Vorhaut ein. *Castor fiber* L., der gemeine Biber, Europa, Nordamerika. Diluvial und pliocän.

Fam. *Myoxidae*, Schläfer. Backenzähne: $\frac{4}{4}$. Zierliche Nager, Verbindungsglieder der Mäuse und Eichhörnchen. Halten einen tiefen Winterschlaf. *Myoxus Glis* Schreb., Siebenschläfer. *M.* (*Muscardinus*) *avellanarius* L., Haselschläfer. *M.* (*Eliomys*) *nitela* Schreb., der Gartenschläfer oder die grosse Haselmaus, Mitteleuropa. Fossil ist *M. Parisiensis* Cuv.

Fam. *Sciuridae*, Eichhörnchen. Backenzähne: $\frac{4-5}{4}$. *Sciurus vulgaris* L., in Europa und im nördlichen Asien. *Tamias striatus* L., Backenhörnchen, Sibirien. *Pteromys volans* L., Flughörnchen, Sibirien. *Spermophilus Citillus* L., Ziesel, im östlichen Europa. *Arctomys marmota* Schreb., Murmelthier. Alpen. Versinkt in einen tiefen Winterschlaf, der wohl sieben Monate währt. Zur Diluvialzeit weit verbreitet. *A. bobac* Schreb., Steppenmurmelthier. Polen. *A. primigenia* Kaup., Ober-Miocän. Fossile Gattungen sind: *Plesiarctomys* Brav., aus dem Ober-Eocän. *Sciuravus* Marsh. Eocän Amerikas. *Cynomys ludovicianus* Wagn., Prairiehund, Nordamerika.

10. Ordnung. **Carnivora** [1]) = **Ferae, Raubthiere.**

Fleischfressende Säugethiere mit Raubthiergebiss, ohne oder mit rudimentärem Schlüsselbein und mit starkbekrallten fünf- und vierzehigen Füssen.

Die Raubthiere, welche von den fossilen *Creodonten* abstammen und von deren jüngeren Gliedern nicht scharf gesondert werden können, unterscheiden sich von den Insectivoren vornehmlich durch das Gebiss. (Fig. 859.) Dieses enthält alle drei Arten von Zähnen, zunächst oben und unten drei einwurzelige kleine Schneidezähne und zu deren Seiten einen langen konischen spitzen Eckzahn, sodann eine Anzahl von Backenzähnen, die in Lückenzähne (*D. spurii*), einen Reisszahn (*D. sectorius*) und Mahlzähne (*D. molares*) unterschieden werden. Die Differenzirung des Gebisses war von den *Creodonten* an auf die Ausbildung eines einzigen grossen und wirksamen Reisszahnes gerichtet, während die übrigen Molaren eine immer grössere Reduction in Zusammensetzung und Zahl erfuhren. Die Lückenzähne sind sämmtlich Praemolaren, der Reisszahn des Oberkiefers entspricht dem hintersten Praemolaren, dagegen ist der untere Reisszahn der vorderste Molar. An dem erstern ist der ursprüngliche Innenhöcker sehr klein geworden und weit nach vorne gerückt, während der ursprüngliche und der secundäre Aussenhöcker als mächtige Zacken wie eine geöffnete Scheere vorstehen. Am untern Reisszahn sind der Innenzacken und Talon geschwunden, Aussenzacken und Vorderzacken scheerenförmig entwickelt. Niemals finden sich, wie bei den Insectivoren, prismatische Molaren mit nadel-

Fig. 859.

Schädel von *Felis leo*.

[1]) Temminck, Monographies de Mammalogie. Paris, 1827. T. Bell, „Carnivora" in Todd's Cyclopaedia etc., 1836. Vergl. ferner Filhol, Recherches sur les Phosphorites du Quercy etc. Annales des sciences géologiques, Tom. VII, VIII, sowie Th. Huxley, Cranial and dental characters of the canidae. Proc. Zool. Soc., 1880. A. Gaudry, Enchaînements du monde animal dans les temps géologiques. Mammifères tertiaires. Paris, 1878. Lydekker, Siwalik and Narbada Carnivora. Mém. Geol. Survey of India. Vol. II, 1884. Siwalik Mammalia. Suppl. I. Ebend. Vol. IV, I, 1886.

förmigen Spitzen der Krone. Am schwächsten erweisen sich die scharfkantigen und comprimirten Lückenzähne. Die mehrwurzeligen Mahlzähne, besonders in ihrem vordern Theil und Talon reducirt, besitzen stumpfhöckerige Kronen und variiren in Grösse und Zahl.

Die ursprünglich vollständige Zahl der Molaren $\frac{4}{4}$, wie wir sie für die ältesten Carnivoren vorauszusetzen haben, ist eine grosse Seltenheit (*Otocyon*). Die Reduction derselben beginnt mit dem Ausfall des letzten Molaren im Oberkiefer (*Amphicyon*, die Stammform der Bären, $\frac{3}{3}\frac{1}{1}\frac{4}{4}\Big|\frac{3}{4}$), dann folgt in gleicher Weise der Ausfall des gegenüberstehenden unteren Molaren (*Arctocyon* $\frac{3}{3}\frac{1}{1}\frac{4}{4}\Big|\frac{3}{3}$). Indem ferner der zweitletzte obere Molar hinwegfällt, reducirt sich das Gebiss bei den *Ursiden* und *Caniden* auf $\frac{3}{3}\frac{1}{1}\frac{4}{4}\Big|\frac{2}{3} = \frac{3}{3}\frac{1}{1}\frac{3}{4}\frac{1}{1}\Big|\frac{2}{2}$ Zähne. Bei den *Viverriden* fehlt auch der zweitletzte Molar des Unterkiefers. Nun reduciren sich aber auch Praemolaren, indem zunächst der erste Praemolar des Unterkiefers, dann auch der entsprechende des Oberkiefers ausfällt, während die zurückgebliebenen Molaren von hinten nach vorne in der Rückbildung weiter vorschreiten. So erhalten wir für die Musteliden die Gebissformeln: *Mustela* $\frac{3}{3}\frac{1}{1}\frac{4}{4}\Big|\frac{1}{2}$, *Lutra* $\frac{3}{3}\frac{1}{1}\frac{4}{3}\Big|\frac{1}{2}$, *Putorius* $\frac{3}{3}\frac{1}{1}\frac{3}{3}\Big|\frac{1}{2}$; und endlich für die Feliden: *Hyaena* $\frac{3}{3}\frac{1}{1}\frac{4}{3}\Big|\frac{1}{1}$, *Felis* $\frac{3}{3}\frac{1}{1}\frac{3}{2}\Big|\frac{1}{1}$ und den diluvialen *Machairodus* $\frac{3}{3}\frac{1}{1}\frac{2}{2}\Big|\frac{1}{1}$. Und noch gegenwärtig ist die Tendenz zur Rückbildung an der früheren Hinfälligkeit einzelner rudimentär gewordener Praemolaren und Molaren (Hund, erster Praemolar des Unterkiefers) bei zahlreichen Gattungen nachweisbar. Aber auch die Incisivi können bei dem auf das Minimum reducirten Gebiss vermindert sein (*Eusmilus* $\frac{2}{2}\frac{1}{1}\frac{2}{1}\Big|\frac{1}{1}$).

Die äussere Form des Schädels in Verbindung mit der grösseren oder geringeren Kieferlänge, der hohe Kamm des Schädels zum Ansatze und die mächtige Krümmung der Jochbogen zum Durchgang der kräftigen Beissmuskeln, die quere Gelenkgrube des Schläfenbeins, sowie der walzenförmige Gelenkkopf des Unterkiefers, welcher nur eine einfache ginglymische Bewegung gestattet und Seitenbewegungen beim Aufeinanderklappen der Kiefer ausschliesst, erweisen sich den Einrichtungen des Gebisses parallel, wie sie auch schon bei den Creodonten bestanden haben.

An den Extremitäten bleiben Radius und Ulna, Tibia und Fibula stets getrennt. Carpalien und Metacarpalien, ebenso Tarsalien und Metatarsalien tendiren zu einer möglichst innigen Verbindung, daher Verschmelzung des Centrale mit dem Scaphoid und dichter Anschluss von Astragalus und Cal-

caneus. Die vorderen Extremitäten enden überall mit fünf, die hinteren mit vier freibeweglichen Zehen, welche mit starken schneidenden Krallen (einem Hilfsapparate für das Gebiss) bewaffnet sind und an den Vordergliedmassen auch zum Ergreifen der Nahrung gebraucht werden. Nur wenige, wie die Bären, sind wahre Sohlengänger, indem sie mit der ganzen Sohle des Fusses den Boden berühren, andere, wie die Zibethkatzen, treten nur mit dem vorderen Theile der Sohlen, den Zehen nebst Mittelfuss auf und sind Halbsohlengänger und durch die einziehbaren Krallen ausgezeichnet; die behendesten Raubthiere dagegen, wie die Katzen, sind Zehenläufer. (Fig. 824.) Der Uterus ist zweihörnig, die Placenta ring- oder gürtelförmig. Den meisten kommen eigenthümliche Analdrüsen zu, welche einen intensiven Geruch verbreiten. Die Verbreitung der Raubthiere erstreckt sich, Neuholland ausgenommen, über die ganze Welt. Fossile Reste finden sich bereits in den eocänen Tertiärschichten sowohl der alten als neuen Welt, und zwar in grossem Reichthum Caniden- und Ursiden-ähnlicher Formen.

Fam. *Canidae*, Hunde. Zehenläufer mit nicht zurückziehbaren Krallen der meist fünfzehigen Vorderfüsse und vierzehigen Hinterfüsse. *Canis lupus* L., Wolf. Gebiss mit $\frac{4}{4}$ Praemolaren und meist $\frac{2}{3}$ Molaren, daher Backenzähne $\frac{3\ 1}{4}\Big|\frac{2}{1\ 2}$. In Europa, besonders in Norwegen und Schweden, sowie in Asien. *C. latrans* Sm., Prairiewolf. *C. aureus* L., Schakal. *C. familiaris* L., Haushund (*cauda sinistrorsum recurvata* L.), nur im gezähmten oder im verwilderten Zustand in zahlreichen Racen bekannt, die sicherlich von mehr als einer wilden Stammart herzuleiten sind. *C. vulpes* L., Fuchs. *C. lagopus* L., Eis- oder Polarfuchs, im Sommer grau, im Winter weiss. *Otocyon caffer* Licht., Löffelhund, Backenzähne: $\frac{3\ 1}{4}\Big|\frac{4}{1\ 3}$. Fossile Reste finden sich im Diluvium Europas, sowie in Südamerika. Miocän ist: *Amphicyon* Lact., mit $\frac{3}{4}$ stark verwickelten Molaren und plantigrader Fussgestaltung zu den Bären hinleitend.

Fam. *Ursidae*, Bären-artige Raubthiere. Sohlengänger von plumper Körpergestalt, mit gestreckter Schnauze und breiten, meist ganz nackten Sohlen der fünfzehigen Füsse. Haben mit den Caniden gemeinsamen Ursprung und sind von jenen im Untermiocän noch nicht scharf getrennt. *Ursus* L., Bär. Von plumpem Körperbau mit sehr kurzem Schwanz. Backenzähne: $\frac{3\ 1}{4}\Big|\frac{2}{1\ 2}$. Die beiden mittleren Praemolaren fallen ziemlich gleichzeitig früh aus. *U. maritimus* Desm., Eisbär, nördliches Polarmeer. *U. arctos* L., der braune Bär. *U. americanus* Pall., Baribal. *U. spelaeus* Blum., Höhlenbär, Diluvium. *Procyon lotor* L., Waschbär, pflegt die Nahrung ins Wasser zu tauchen, in Nordamerika. *Nasua rufa* Desm., Rüsselbär, Brasilien. *Cercoleptes caudivolvulus* Ill., Wickelbär, Guiana und Peru. *Hyaenarctos* Falc., Miocän, mit sehr grossen Höckerzähnen.

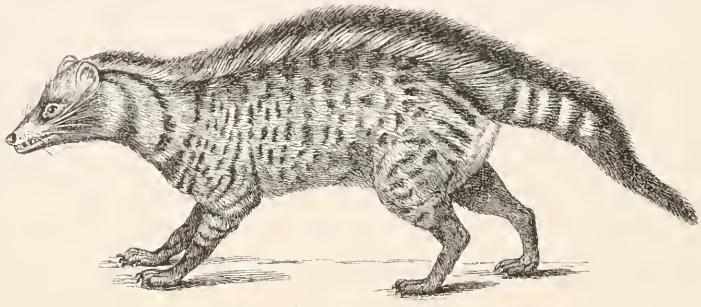
Fam. *Viverridae*, Zibethkatzen. Von langgestreckter, bald mehr den Katzen, bald mehr den Mardern ähnelnder Körperform, mit spitzer Schnauze und langem, zuweilen ringförmig zusammengerolltem Schwanz. Die meist fünfzehigen Füsse berühren bald mit der ganzen, bald mit der halben Sohle oder nur mit den Zehen, deren Krallen meist ganz oder halb zurückziehbar sind, den Boden. *Viverra zibetha* L. Backenzähne: $\frac{3\ 1}{4}\Big|\frac{2}{1\ 1}$. Mit grosser Drüsentasche zwischen After und Geschlechtstheilen, in der sich das schmierige Secret des als Parfum und Arzneimittel bekannten Zibeth sammelt. Asien. *V. civetta*

Schreb., die afrikanische Zibethkatze. (Fig. 860.) In Egypten, Abyssinien etc. als Hausthier gehalten. *V. genetta* L., Genettkatze, Südeuropa. *Paradoxurus musanga* Raff., grosse Sundainseln. *Herpestes ichneumon* L., Pharaonsratte, Manguste, Egypten und Südeuropa. Die miocäne Gattung *Ictitherium* Gaudry (Pikermi) vermittelt den Uebergang zu den Hyänen.

Fam. *Mustelidae*, Marder-artige Raubthiere. Theils Sohlengänger (Dachse), theils Halbsohlengänger, von langgestrecktem Körper mit niedrigen Beinen und fünfzehigen Füssen, mit nicht zurückziehbaren Krallen. Nur ein einziger Mahlzahn hinter dem ansehnlichen Reisszahn. *Meles taxus* Pall., Dachs. *Mephitis mesomelas* Licht., Stinkthier, Nordamerika. *Gulo borealis* Briss., Vielfrass. Auch diluvial. *Mustela martes* L., Edelmarder oder Baummarder. Backenzähne: $\frac{3\ 1}{(4)\ 3}\Big|\frac{1}{1\ 1}$. *M. foina* Briss., Steinmarder. *M. zibelina* L., Zobel, Sibirien. *Putorius putorius* L., Iltis. Eine Spielart des Iltis ist das aus Afrika zu uns herübergekommene Frettchen *P. furo*. *P. vulgaris* L., Wiesel. *P. erminea* L., Hermelin. *P. lutreola* L., Nörz. *Lutra vulgaris* Erxl., gemeine Fischotter. *L. canadensis* Schreb., Nordamerika. *Enhydris marina* Erxl., Seeotter, westliche Inseln Nordamerikas.

Fam. *Hyaenidae*, Hyänen-artige Raubthiere. Zehenläufer mit devexem Rücken, der eine Mähne verlängerter Haare trägt. Das Gebiss nähert sich dem der Katzen durch die

Fig. 860.



Viverra civetta, aus Brandt und Ratzeburg.

geringe Entwicklung der Mahlzähne, von denen sich nur einer im Oberkiefer findet. *Hyaena striata* Zimm., gestreifte Hyäne, in Afrika und Vorderindien. Backenzähne $\frac{3\ 1}{3}\Big|\frac{1}{1\ 0}$. *H. crocuta* Zimm., gefleckte Hyäne, in Südafrika.

Fam. *Felidae*, Katzen. Zehengänger von schlankem, zum Sprunge befähigtem Körperbau, mit kurzen Kiefern, in denen sich nur wenige, oben vier und unten drei Backenzähne entwickeln. Mahlzähne fehlen bis auf einen kleinen, oben quer nach innen stehenden Zahn. Um so mächtiger aber sind die Reisszähne und Eckzähne ausgebildet. Von den beiden Lückenzähnen bleibt der vordere des Oberkiefers verkümmert. Beim Gehen wird das letzte Zehenglied senkrecht aufgerichtet, so dass dasselbe den Boden nicht berührt und die Krallen vor Abnutzung gesichert bleiben. *Felis leo* L., Löwe. Backenzähne: $\frac{2\ 1}{2}\Big|\frac{1}{1\ 0}$. *F. concolor* L., Puma. *F. tigris* L., Tiger, Asien. *F. onca* L., Jaguar, Paraguay und Uruguay. *F. pardalis* L., Pantherkatze, Südamerika. *F. pardus* L., Panther oder Leopard, Afrika und Westasien. *F. catus* L., wilde Katze, grau mit Streifen und Querbinden mit senkrechter Pupille, im mittleren und nördlichen Europa. *F. maniculata* Rüpp., nubische Katze. *F. domestica* L., die Hauskatze, nur im gezähmten Zustande bekannt, wahrscheinlich von mehreren Arten abstammend. *F. Serval* L., Serval, am Senegal. *Cynailurus guttata* Herm. und *C. jubata* Schreb., Gueparde. *Lynx lynx* L., Luchs, mit Haarbüschel am Ohr. *L. Caracal* Schreb., Asien und Persien. Felidenarten waren im Diluvium verbreitet.

F. spelaeus Goldf., Höhlenlöwe. Miocän sind *Proaelurus* und *Pseudaelurus* Gerv., welche den Uebergang der Marder zu den Katzen vermitteln. *Machairodus* Goldf., Pliocän.

Den Carnivoren nahe verwandt sind die von Cope als *Creodonten* [1]) bezeichneten Reste alttertiärer Säugethiere Europas und Nordamerikas. Dieselben waren lange Zeit den Raubthieren angereiht, trotz des sonst für die Marsupialien charakteristischen Mangels des eingebogenen Unterkiefer-Eckfortsatzes, bis Filhol, dann Cope nachwiesen, dass nicht nur der hinterste, sondern alle vor den Molaren stehenden Backenzähne einen Wechsel erleiden. Ausser zu den Beutlern zeigen sie auch zu den Insectivoren mannigfache Beziehungen, stehen jedoch den Carnivoren nach Schädelbau und Zahngestaltung am nächsten, so dass sie mit den letzteren in derselben Ordnung vereinigt werden konnten. Indessen dürften sowohl die Unterschiede im Gebisse als der primitivere Charakter in anderen Skelettheilen zur Trennung ausreichen. Während bei den Carnivoren nur ein einziger unterer Molar als Reisszahn ausgebildet ist, die nachfolgenden hintern Molaren aber in verschiedener Weise reducirt, beziehungsweise weggefallen sind, sind bei den Creodonten sämmtliche untere Molaren Reisszähne, von denen der hinterste sogar am complicirtesten differenzirt sein kann. Dem entsprechend erscheinen auch die oberen Molaren, welche den tritubercularen Bau besitzen, mit Ausnahme des letzten gleich mächtig entwickelt. Die Zahl der Schneidezähne ist meist $\frac{3}{3}$, kann aber auch reducirt sein. Scaphoid und Lunatum bleiben getrennt, und das Cuboideum greift zwischen Calcaneus und Astragalus ein, während es bei den Carnivoren mit dem Naviculare articulirt. Am Oberarm findet sich ein Epicondylarforamen. Schlüsselbeine fehlen. Das Gehirn zeigte kleine Dimensionen der Hemisphären.

Wahrscheinlich sind die Creodonten von Beutlern abzuleiten, von denen auch die Raubbeutler abstammen, und haben von Formen wie *Stypolophus* aus zu den Carnivoren geführt. Die zahlreichen Gattungen lassen sich in drei Gruppen ordnen. *Hyaenodon Heberti* Filh., *Pterodon dasyuroides* P. Gerv., *Stypolophus viverrinus* Cope, *Proviverra typica* Rütim., *Arctocyon primaevus* Blainv.

11. Ordnung. **Pinnipedia** [2]), **Flossenfüssler.**

Im Wasser lebende behaarte Säugethiere, mit fünfzehigen Flossenfüssen, von denen die hinteren nach rückwärts stehen, mit vollständigem Gebiss, ohne Schwanzflosse.

Nach Gebiss und Lebensweise den Carnivoren verwandt, aber vollständig zum Aufenthalt im Wasser angepasst. Der Körper ist langgestreckt, spindel-

[1]) E. D. Cope, The Creodonta. American Naturalist, 1884. Max Schlosser, Die Affen, Lemuriden, Chiropteren, Marsupialien, Creodonten etc. des europäischen Tertiärs. Wien, I., 1887.

[2]) Vergl. ausser den älteren Arbeiten von G. Cuvier, Nilsson, Pander und d'Alton: J. E. Gray, Handlist of Seals, Morses, Sea-lions and Sea-bears. London, 1874.

förmig, besitzt vier Flossenfüsse und endet mit einem kurzen konischen Schwanz. Der Kopf bleibt im Verhältnisse zum Rumpf auffallend klein, von kugeliger Form, mit aufgewulsteten Lippen und entbehrt meist äusserer Ohrmuscheln. Die Oberfläche des Körpers ist mit einer kurzen, aber dicht anliegenden glatten Haarbekleidung bedeckt. Die kurzen Extremitäten enden mit einer breiten Ruderflosse, zu welcher die fünf mit stumpfen oder scharfen Krallen bewaffneten Zehen verbunden sind. Die Bewegung auf dem Lande geschieht in der Art, dass das Thier den Vordertheil des Körpers hebt und nach vorwärts wirft, die beiden Vorderfüsse als Stützen zur Fixirung benutzt und sodann den Hintertheil unter Krümmung des Rückens nachschleppt. Beim Schwimmen wird das vordere Extremitätenpaar an den Leib angelegt und zur Ausführung seitlicher Wendungen auch als Steuer benutzt, während die Hinterfüsse als Ruderflosse dienen.

Das Gebiss mit seiner meist vollständigen Bezahnung schliesst sich dem Gebisse der Carnivoren an, denen die Robben auch in anderen anatomischen Merkmalen, wie zweihörnigem Uterus, ringförmiger Placenta, nahestehen. Uebrigens bestehen hinsichtlich der Bezahnung in den zwei zu unterscheidenden Hauptgruppen der Walrosse und Seehunde wesentliche Abweichungen. Letztere besitzen $\frac{3}{1}$, seltener $\frac{2}{1}$ meisselförmige Vorderzähne, oben und unten jederseits einen wenig vorragenden Eckzahn und $\frac{6—5}{5}$ spitzzackige Backenzähne, von denen einer oder zwei Molare sind. Die Walrosse haben nur in der Jugend ein vollständiges Gebiss und verlieren die anfangs $\frac{3}{3}$ Vorderzähne bis auf $\frac{1}{1}$ im Zwischenkiefer. Die Eckzähne bilden sich im Oberkiefer zu mächtigen Stosszähnen aus, welche bei der Kriechbewegung auf dem Lande zur Fixirung des Vorderleibes benutzt werden. Backenzähne finden sich im Oberkiefer fünf, im Unterkiefer vier, mit Kauflächen, welche sich mit der Zeit schief von innen nach aussen abreiben. Das Milchgebiss ist rudimentär und auf das Fötalleben beschränkt, in welchem meist schon der Zahnwechsel stattfindet. Die Robben nähren sich vorzugsweise von Fischen, die Walrosse von Seetang, Krebsen und Weichthieren, deren Schalen sie mittelst der Backenzähne zertrümmern. Die Pinnipedier leben gesellig und sind an kälteren Küstengegenden beider Erdhälften verbreitet.

Wahrscheinlich sind die Robben als Seitenzweig der Carnivoren abzuleiten, der bereits sehr früh und wohl schon vor der Tertiärzeit — es gibt miocäne Robbenüberreste — aufgetreten sein muss.

Fam. *Phocidae*, Seehunde. Pinnipedien mit vollständigem Gebiss, kurzen Eckzähnen und spitzzackigen Backenzähnen. *Halichoerus grypus* Nilss., Utsel. *Phoca vitulina* L., Seehund: $\frac{3}{2}\frac{1}{1}\frac{5}{5}$. *Ph. groenlandica* Nilss., nördliche Meere. *Leptonyx monachus* F.Cuv., Mönchsrobbe, Mittelmeer. *Cystophora proboscidea* Nilss., Seeelephant, Südsee. *C. cristata* Fabr., Klappmütze, Grönland. Das Männchen vermag die Kopfhaut zwischen den Augen aufzu-

blähen. *Otaria jubata* Forst., Seelöwe in Südamerika. *O.* (*Callorhinus*) *ursina* Pér., Seebär, Grönland. Phociden sind schon im Miocän vertreten.

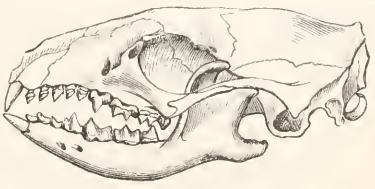
Fam. *Trichechidae*, Walrosse. Die oberen Eckzähne sind grosse, wurzellose, nach unten gerichtete Hauer, die Backenzähne sind anfangs stumpf zugespitzt, schleifen sich aber allmälig ab und reduciren sich später auf drei in jeder Kinnlade, wozu noch in der Oberkinnlade ein nach innen gerückter Schneidezahn kommt. *Trichechus rosmarus* L., Walross, nördliches Polarmeer. Gebiss des jungen Thieres: $\frac{3}{3}\,\frac{1}{1}\,\frac{5}{4}$ später: $\frac{2\,(1)}{2\,(0)}\,\frac{1}{0}\,\frac{3\,(4)}{3\,(4)}$.

12. Ordnung. **Insectivora** [1]), **Insectenfresser.**

Sohlengänger mit bekrallten, meist fünfzehigen Füssen, vollständig bezahntem Gebiss, kleinen Eckzähnen und scharfspitzigen Backenzähnen.

Kleine Säugethiere, welche in ihrer Erscheinung verschiedene Typen der Nager wiederholen, dagegen in Bau und Lebensweise sich den Carnivoren annähern, von denen sie in ihren alttertiären Stammformen (*Creodonta*), dem Ursprunge nach aufgefasst, nicht scharf zu trennen sind. Ueberall zeigt jedoch der Schädel eine schwache, im Ganzen ziemlich primitive Gestaltung. Das Paukenbein bleibt oft ein Ring, der Jochbogen schwach oder fehlt vollständig (*Sorex*). Im Gebiss (Fig. 861), welches bei den Insecten-fressenden Fledermäusen in ganz ähnlicher Weise wiederkehrt, besteht eine grosse Mannigfaltigkeit; die Schneidezähne variiren in der Zahl, die Eckzähne sind klein, und nicht immer scharf von den Schneidezähnen und vorderen Backenzähnen unterschieden. Die zahlreichen Backenzähne mit ihren spitzhöckerigen Kronen zerfallen in vordere, meist einspitzige kegelförmige Praemolaren und in hintere wahre Backenzähne, für welche oft die Zusammensetzung aus prismatischen Abtheilungen charakteristisch ist, in vielen Fällen aber auch eine noch sehr einfache primitive Gestaltung sich erhalten hat. Zur richtigen Bestimmung der Zahnformel hat man stets in Rücksicht zu ziehen, dass der obere Eckzahn im Maxillare an der Grenze des Zwischenkiefers zu suchen ist und hinter den untern Eckzahn herabgreift.

Fig. 861.



Schädel von *Erinaceus europaeus*.

Das Milchgebiss ist in den einzelnen Familien sehr ungleich entwickelt. Beim Igel besteht dasselbe aus 24 Zähnen, beim Maulwurf ist es rudimentär und bei den Spitzmäusen auf das Fötalleben beschränkt. Auch bei den übrigen Formengruppen findet der Zahnwechsel sehr früh schon zur Zeit der Geburt oder gleich nach derselben statt.

Ein Schlüsselbein ist stets vorhanden. Der Humerus meist mit Foramen epicondyloideum. Radius und Ulna sind wenig verändert. Tibia und Fibula

[1]) Ausser den älteren Schriften von Pallas, Blainville, Brandt vergl. C. J. Sundevall, Om Slägtet Sorex sowie Oversigt at slägtet Erinaceus. K. Vet. Akad. Handl. Stockholm, 1841, 1842.

verschmelzen oft in ihrer distalen Partie. Scaphoideum und Lunatum sind meist getrennt (*Erinaceus* ausgenommen), das Centrale ist meist geschwunden, nur bei den *Talpiden* erhalten. Alle sind Sohlengänger mit nackten Sohlen und starken Krallen ihrer meist fünfzehigen Füsse. Die Zitzen liegen am Bauch, die Placenta ist scheibenförmig. Die Insectivoren gehören vornehmlich der alten Welt, nur wenige Nordamerika an und ernähren sich von kleineren Thieren, Insecten und Würmern, die sie bei ihrer Gefrässigkeit zum Nutzen des Menschen in grosser Menge vertilgen.

Tertiäre Ueberreste sind in solchen Ablagerungen, welche sich direct aus stehenden Gewässern abgesetzt haben, nicht selten, so in den Phosphoriten von Quercy. Die Gattung *Parasorex* weist auch eine Gruppe, welche die *Tupajiden* der Sundainseln mit den *Macroscelíden* Südafrikas verbindet, auf. Es sind darin schon die recenten Gattungen *Erinaceus*, *Sorex*, *Talpa* vertreten.

Fam. *Erinaceidae*, Igel. Mit steifen Borsten und Stacheln bekleidet, die bei mächtiger Entwicklung des Hautmuskelschlauches dem sich zusammenkugelnden Körper einen vollkommenen Schutz verleihen. *Erinaceus europaeus* L. Mit 36 Zähnen: $\frac{3}{3}\frac{7}{5}$. Gräbt sich eine Höhle mit zwei Ausgängen etwa fusstief in die Erde und hält einen Winterschlaf. Fossile Arten sind aus dem Miocän von Sansan und der Auvergne bekannt. *Centetes ecaudatus* Wagn., Tanrek, Madagascar. Ohne Jochbogen, mit rüsselförmig verlängerter Schnauze.

Fam. *Soricidae*, Spitzmäuse. Mit rüsselförmiger Schnauze, weichem Haarkleid und kurzbehaartem Schwanze. Eigenthümliche Drüsen an der Seite des Rumpfes oder an der Schwanzwurzel geben den echten Spitzmäusen einen unangenehmen Moschusgeruch. *Sorex*. Mit 28—33 schwer zu deutenden Zähnen. Das Milchgebiss $\frac{4}{3}$ fällt schon vor der Geburt aus. *S. vulgaris* L., gemeine Spitzmaus. *S. fodiens* Pall., Wasserspitzmaus. *S. pygmaeus* Pall., Zwergspitzmaus. *S. similis* Hensel, fossil. (Breccie von Cagliari.)

Cladobates tana Wagn., Spitzhörnchen. *Cl. murinus* Müll. Schl., Borneo. *Macroscelides typicus* Smith., Südafrika. *Myogale moschata* Pall., Desman, von Hamstergrösse, im südöstlichen Russland. *Palaeospalax* Ow., im Diluvium.

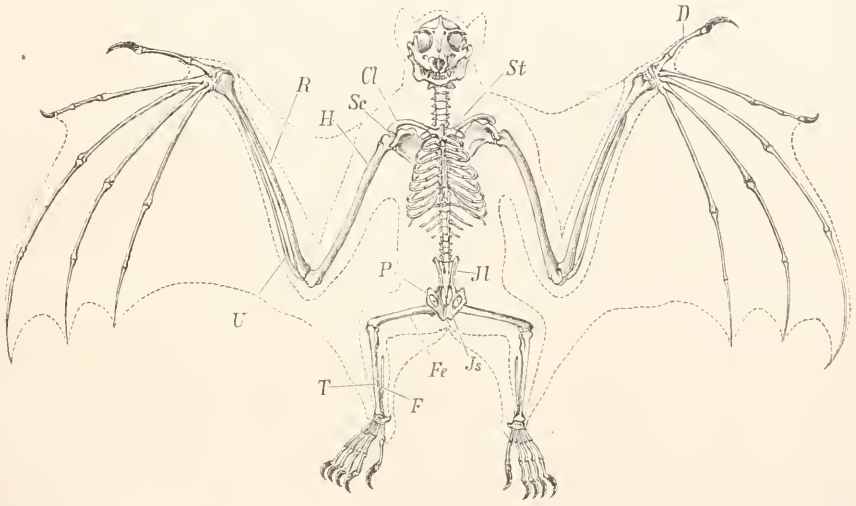
Fam. *Talpidae*, Maulwürfe. Mit kurzen, seitwärts gerichteten Grabfüssen, weichem Sammtpelz und Rüssel. *Talpa*. Gebiss nach Dobson: $\frac{3}{3}\frac{1}{1}\frac{4}{4}\Big|\frac{3}{3}$. *T. europaea* L., Maulwurf, baut eine künstliche unterirdische Wohnung, die durch eine lange Luftröhre mit den täglich vermehrten Nahrungsröhren des Jagdgebietes in Verbindung steht. Dieselbe besteht aus einer weich ausgepolsterten Centralkammer und zwei Kreisröhren, von denen die kleinere obere durch drei Gänge mit der Kammer communicirt, die grössere untere in gleicher Ebene mit der Kammer liegt. Aus der oberen gehen fünf bis sechs Verbindungsgänge in die untere, von der eine Anzahl wagrechter Gänge ausstrahlen und meist bogenförmig in die gemeinsame Laufröhre einmünden. *T. coeca* L., der blinde Maulwurf im südlichen Europa. *T. acutidens* Tom., Miocän. Hier schliessen sich an: *Chrysochloris inaurata* Schreb., Goldwurf, am Cap. *Condylura cristata* L., der nordamerikanische Sternwurf. *Scalops aquaticus* L., Wasserwurf, Nordamerika.

13. Ordnung. **Chiroptera** [1]), Handflügler, Fledermäuse.

Säugethiere mit vollständig bezahntem Gebiss und Flughäuten zwischen den verlängerten Fingern der Hand, sowie zwischen Extremitäten und Seitentheilen des Rumpfes, mit zwei brustständigen Zitzen.

Unter den Beutlern (*Petaurus*), Nagethieren (*Pteromys*) und Halbaffen (*Galeopithecus*) gibt es eine Reihe von Thierformen, welche sich einer seitlichen, zwischen den Extremitäten ausgespannten Flughaut gewissermassen als Fallschirm beim Sprunge bedienen. Weit vollkommener sind diese seitlichen Hautfalten bei den Fledermäusen, indem sie sich nicht nur zu einer ansehnlichen Breite ausdehnen, sondern auch noch über die ausserordentlich verlängerten Finger der Hand fortsetzen und sowohl durch diese enorme Ent-

Fig. 862.



Skelet von *Pteropus*, nach Owen (wenig verändert). *St* Sternum, *Cl* Clavicula, *Sc* Scapula, *H* Humerus, *R* Radius, *U* Ulna, *D* Daumen, *Il* Ilium, *P* Os pubis, *Js* Os ischii, *Fe* Femur, *T* Tibia, *F* Fibula.

wicklung, als durch ihre überaus dehnbare elastische Beschaffenheit eine mehr oder minder gewandte, von der des Vogels freilich sehr verschiedene Flugfähigkeit ermöglichen. Auch der Schwanz wird in die Flughaut mit aufgenommen, dagegen bleibt stets der bekrallte zweigliedrige Daumen der Hand, sowie der ebenfalls mit Krallen bewaffnete Fussabschnitt der Hintergliedmasse ausgeschlossen. Häufig verleihen eigenthümliche Hautwucherungen am Kopfe, lappenartige Anhängsel der Nase und des Ohres dem Gesichte einen höchst ab-

[1]) Ausser den Werken von Temminck, Peters etc. vergl. Bell „Chiroptera" in Todd's Cyclopaedia of Anat., Vol. I, 1835. Kayserling und Blasius, Wirbelthiere Europas. Braunschweig, 1840.

sonderlichen Ausdruck. (Fig. 863.) Mit Ausnahme dieser Hautwucherungen, sowie der dünnen elastischen Flughäute, welche mit jenen einen grossen Reichthum an Nerven und ein feines Tastgefühl gemeinsam haben, ist die Oberfläche des Körpers dicht mit Haaren besetzt. Das leicht gebaute Knochengerüst (Fig. 862) trägt in seiner Gliederung durchaus den Typus der Säugethiere zur Schau, zeichnet sich aber sowohl durch die Festigkeit des Brustkorbes (an dem mehrfache Eigenthümlichkeiten, wie der Besitz einer Crista sterni, die Verknöcherung der Sternocostalknorpel, an die Vögel erinnern), als durch die Länge des mächtig entwickelten Kreuzbeins, mit dem auch die Sitzbeine verwachsen, vor dem anderer Säuger aus. Ober- und Unterschenkel bleiben im Gegensatze zu dem verlängerten Arm sehr kurz, der fünfzehige Fuss läuft am Fersenbeine in einen spornartigen Fortsatz (Calcar) aus, welcher zur Anspannung der Schenkel- und Schwanzflughaut dient. Unter den Sinnesorganen bleiben die Augen verhältnissmässig wenig entwickelt, dagegen erscheinen bei der nächtlichen Lebensweise Gehör und Gefühl von hervorragender Bedeutung. Geblendete Fledermäuse vermögen, wie schon Spallanzani wusste, beim Fluge mit grossem Geschicke allen Hindernissen auszuweichen. Ebenso ausgebildet ist das Gehör, welches durch eine grosse, mit besonderen Lappen ausgestattete und mit einer Klappe verschliessbare Ohrmuschel wesentlich unterstützt wird. Die Fledermäuse sind Nachtthiere und nähren sich von Insecten. Unter den aussereuropäischen Arten gibt es einige, die auch Vögel und Säugethiere angreifen und deren Blut saugen (Vampyr), andere und namentlich grössere Arten leben von Früchten. Viele verfallen in einen Winterschlaf. Sie bringen nur ein oder zwei Junge zur Welt, säugen dieselben an den Zitzen ihrer beiden Brustdrüsen und tragen sie auch während des Fluges mit sich umher. Fossile Fledermäuse treten bereits im Eocän auf, so *Rhinolophus antiquus* (*Pseudorhinolophus* Schl.) in den Phosphoriten von Quercy, ebenso *Vespertilio* (*Vespertiliavus* Schl.) Arten, welche in ihren tertiären Resten verschiedenen Alters bis zum Diluvium gefunden worden sind. Wahrscheinlich stammen die Fledermäuse von Aplacentalien mit Didelphyiden-ähnlichem Gebiss ab, und hat die Zahl der Zähne eine bedeutende Reduction [1]) erfahren.

1. Unterordnung. *Frugivora, fruchtfressende Fledermäuse.* Mit gestrecktem, Hund-ähnlichem Kopf, kleinen Ohren und kurzem rudimentären Schwanz. Ausser dem Daumen trägt oft der dreigliedrige Zeigefinger eine Kralle, die übrigen Finger sind zweigliedrig und krallenlos. Das Gebiss besitzt vier oder zwei oft ausfallende Schneidezähne, einen Eckzahn und vier bis sechs Backenzähne mit platter stumpfhöckeriger Krone. Die Zwischenkiefer bleiben in loser Verbindung untereinander und mit dem Oberkiefer. Die Zunge ist mit zahlreichen rückwärts gerichteten Hornstacheln besetzt. Bewohnen die Wälder der heissen Gegenden Afrikas, Ostindiens und Neuhollands. Viele werden ihres wohlschmeckenden Fleisches halber gegessen.

---

[1]) Leche, Milchgebiss und Zahnhomologien bei Chiropteren. Lund, 1878.

Fam. *Pteropodidae*, fliegende Hunde. Die kleinen Ohren entbehren ebenso wie die Nase der häutigen Aufsätze und Klappen. Leben von Früchten, aber auch von Vögeln und kleinen Säugethieren. *Pteropus edulis* Geoffr., Kalong, Ostindien. Gebiss: $\frac{2}{1}\frac{1}{1}\frac{3}{3}\frac{|2}{|3}$. *Harpyia cephalotes* Pall., Amboina.

2. Unterordnung. *Insectivora, Insecten-fressende Fledermäuse.* Mit kurzer Schnauze, grossen, häufig klappenbedeckten Ohren und spitzhöckerigen oder schneidenden, aus dreiseitigen Pyramiden zusammengesetzten Backenzähnen. Nur der Daumen trägt eine Kralle. Leben theils von Insecten, theils vom Blute der Warmblüter.

1. Tribus. *Gymnorhina, Glattnasen.* Die Nase bleibt glatt und entbehrt des blättrigen Nasenbesatzes. Zwischenkiefer median weit klaffend, aber fest mit dem Oberkiefer verwachsen. Die Ohren stossen bald auf dem Scheitel zusammen, bald sind sie weit von einander getrennt, ebenso verschieden verhält sich die Ohrklappe.

Fam. *Vespertilionidae.* Der lange und dünne Schwanz ist ganz in der Interfemoralhaut eingeschlossen. *Plecotus auritus* L., Ohrenfledermaus. *Synotus barbastellus* Schreb., Mopsfledermaus. Gebiss: $\frac{2}{3}\frac{1}{1}\frac{2|3}{2|3}$. *Vespertilio murinus* Schreb., Gebiss: $\frac{2}{3}\frac{1}{1}\frac{3|3}{3|3}$. *Vesperugo noctula* Schreb., frühfliegende Fledermaus. *V. pipistrellus* Schreb., Zwergfledermaus. *Miniopterus Schreibersi* Ks. Bls., fliegt sehr schnell und gewandt.

Fam. *Taphozoidae.* Schwanz kürzer als die Interfemoralhaut. Basis des Daumens in der Flughaut. *Taphozous leucopterus* Temm., Südafrika. Gebiss: $\frac{0}{2}\frac{1}{1}\frac{2|3}{2|3}$. *Mystacina tuberculata* Gray, Neuseeland. Gebiss: $\frac{1}{1}\frac{1}{1}\frac{2|3}{2|3}$. Anschliessend *Molossus* Geoffr.

2. Tribus. *Phyllorhina, Blattnasen.* Auf und über der Nase breiten sich häutige Ansätze aus, welche aus einem hufeisenförmigen Vorderblatt, einem mittleren Sattel und einem hintern, meist senkrechten Querblatt, Lanzette, bestehen. (Fig. 863.) Der Zwischenkiefer ist nicht mit dem Oberkiefer verwachsen. Ohren getrennt. Ernähren sich theilweise vom Blute warmblütiger Wirbelthiere, die sie während des Schlafes überfallen.

Fig. 863.

Kopf von *Phyllostoma* (*Vampyrus*) *spectrum* (règne animal)

Fam. *Rinolophidae.* Ohren getrennt ohne Tragus. Gebiss: $\frac{1}{2}\frac{1}{1}\frac{2|3}{3|3}$. *Rhinolophus hipposideros* Bechst., kleine Hufeisennase. *Rh. ferrum equinum* Schreb., grosse Hufeisennase. Europa nördlich von den Alpen. *Phyllorhina gigas* Wagn., Guinea.

Fam. *Megadermidae*, Ziernasen. Die grossen Ohren genähert, mit langem Tragus, *Megaderma lyra* Geoffr. *Rhinopoma microphyllum* Geoffr., Egypten.

Fam. *Phyllostomidae.* Mit dickem Kopf und langer abgestutzter Zunge. Nasenbesatz meist mit aufrechter Lanzette. Ohren fast stets getrennt, mit Ohrklappe. *Phyllostoma hastatum* Pall., Brasilien. Gebiss: $\frac{2}{2}\frac{1}{1}\frac{5}{5}$. *Vampyrus spectrum* L., Vampyr, in Centralamerika.

14. Ordnung. **Prosimiae, Halbaffen.**

Kletterthiere der alten Welt, mit vollständigem, Insectivoren-ähnlichem Gebiss, mit Händen und Greiffüssen, ohne geschlossene Orbita, mit Brust- und Bauchzitzen.

Die Halbaffen zeigen in Erscheinung und Lebensweise viel Aehnlichkeit mit den Affen und sind vorzügliche Kletterthiere.

Der Kopf mit grossen Augen und behaartem Gesicht. Das Gebiss bietet mancherlei Beziehungen zu den Quadrumanen, insbesondere den erloschenen Pseudolemurinen (*Adapis*), ist aber in seiner vordern Partie wesentlich verändert, während die Molaren fast den unveränderten Tuberculär-, beziehungsweise Tuberculärsectorial-Typus zeigen. Meist finden sich je zwei Schneidezähne, von denen namentlich die oberen durch eine weite mediane Lücke von denen der anderen Seite getrennt sind, die unteren aber mehr oder minder horizontal stehen. Denselben hat sich der untere Eckzahn in seiner Form adaptirt, während der erste Praemolar die stark vorstehende Form des Eckzahns gewonnen hat. Die Reduction der Incisivi von 3 auf 2 (bei *Propithecus* und *Lichanotus* auf $\frac{2}{1}$) dürfte durch den Verlust der medialen bedingt sein. Der Unterkiefer bleibt verhältnissmässig schwach mit persistenter Trennung seiner beiden Hälften am Kinnwinkel.

Die Augenhöhlen sind zwar von einer hohen Knochenbrücke vollständig umrandet, indessen im Gegensatze zu den Affen gegen die Schläfengrube nicht geschlossen. Bei vielen ist die Clitoris von der Urethra durchbohrt. Uterus zweihörnig oder doppelt. Meist sind mehrere Zitzenpaare vorhanden. Von den Extremitäten bleiben die vorderen kürzer als die hinteren, deren grosse Zehe ebenso wie der Daumen der vorderen Gliedmassen mit Ausnahme von *Galeopithecus* opponirbar ist; sie haben also bereits die Hände und Greiffüsse der Affen, ebenso auch, mit Ausnahme des an allen Zehen bekrallten *Galeopithecus* und von *Chiromys* (Fig. 864), welche Form nur an der opponirbaren Innenzehe der hinteren Extremität einen Plattnagel besitzt, Plattnägel an den Spitzen der Finger und Zehen. Nur die zweite Zehe des Fusses bildet eine Ausnahme, indem sie mit einer langen Kralle bewaffnet ist. Dazu kann jedoch noch eine Kralle der Mittelzehe kommen. Der Schwanz zeigt eine sehr verschiedene Grösse und Entwicklung, ohne jedoch als Greifschwanz benutzt werden zu können. Die Halbaffen bewohnen ausschliesslich die heissen Gegenden der alten Welt, vornehmlich Madagascar, Afrika und Südasien. Sie sind fast sämmtlich Nachtthiere, klettern sehr geschickt, aber träge und langsam und ernähren sich von Insecten und kleinen Wirbelthieren. Fossile Halbaffen finden sich bereits im Eocän der alten und neuen Welt. Aus den Phosphoriten von Quercy beschrieb Filhol die Gattung *Necrolemur*. Auch sind Lemuriden im Eocän Nordamerikas gefunden worden (*Anaptomorphus* Cope).

Fam. *Tarsiidae*, Langfüsser. Mit dickem Kopf, grossen Ohren und Augen, kurzer Schnauze, stark verlängertem Astragalus und Calcaneus und langem Schwanz. Ausser der zweiten Zehe kann auch die Mittelzehe mit einer Kralle bewaffnet sein (*Tarsius*). Gebiss

durch die Reduction der Incisivi ausgezeichnet, die bis zum Verschwinden aller unteren Incisivi vorschreitet; Praemolaren sehr einfach geformt, Molaren durch die hohen Zacken Insectivoren-ähnlich: $\frac{2}{1}\frac{1}{1}\frac{3|3}{3|3}$. Aehneln in ihrer Erscheinung den Haselmäusen, in ihren Bewegungen den Eichhörnchen. *Tarsius spectrum* Geoffr., Gespenstmaki. Waldungen der Sundainseln und Philippinen.

Fam. *Lemuridae*. Die unteren Schneidezähne horizontal nach vorne gerichtet. Nur an der zweiten hinteren Zehe ein Krallennagel. *Stenops gracilis* v. d. Hoev., der schlanke Lori, Ceylon. *Nycticebus tardigradus* L., der plumpe Lori, Ostindien und Sundainseln.

Fig. 864.

Chiromys madagascariensis, aus Vogt und Specht.

Fig. 865.

Otolicnus galago, aus Vogt und Specht.

Lichanotus brevicaudatus Geoffr., Indri, auf Madagascar. *Propithecus diadema* Wagn., Vliessmaki, ebendaselbst. *Lemur catta* L., *L. macaco* L., *L. mongoz* L., Fuchsaffen. Makis, Madagaskar. Gebiss: $\frac{2}{2}\frac{1}{1}\frac{3|3}{3|3}$. *Hapalemur griseus* Geoffr., *Microcebus* Geoffr., *Chirogaleus* Geoffr. *Otolicnus senegalensis* Geoffr., der gemeine Galago (Fig. 865), Afrika. *Galago crassicaudatus* Geoffr.

Fam. *Galeopithecidae* (*Dermoptera*), Pelzflatterer. Mit dichtbehaarter Flughaut, welche als Fallschirm beim Sprunge dient. Gebiss: $\frac{1}{2}\frac{1}{1}\frac{3|3}{3|3}$. Untere Schneidezähne kammartig eingeschnitten und nach vorne geneigt. Unterer Eckzahn ähnlich umgestaltet. Stehen wohl den Makis am nächsten und leben als Nachtthiere theils von Früchten, theils von Insecten. Am Tage schlafen sie in ihren Verstecken ähnlich wie die Fledermäuse aufgehängt. *Galeopithecus volans* L., fliegender Maki, Sundainseln.

Fam. *Chiromyidae*, Fingerthiere. Mit Nagethier-ähnlichem Gebiss und mit Krallnägeln an den verlängerten dünnen Fingern und Zehen. Nur die opponirbare grosse Zehe des Hinterfusses endet mit einem Plattnagel. Von Schneidezähnen treten im Ganzen $\frac{3}{3}$ auf, von denen der eine (mediale) schon nach der Geburt, der zweite kleine sehr bald

ausfällt, so dass nur ein wurzelloser Schneidezahn wie bei den Nagethieren zurückbleibt, der jedoch allseitig von Schmelz überdeckt ist. *Chiromys madagascariensis* Desm., Aye-Aye. (Fig. 864.) Bleibendes Gebiss: $\frac{1}{1}\frac{0}{0}\left(\frac{1}{0}\frac{0}{1}?\right)\frac{1|3}{0|3}$. Das Milchgebiss: $\frac{2}{2}\frac{1}{1}\frac{2}{2}$ weist darauf hin, dass einst auch Eckzähne und mehr Praemolaren vorhanden waren.

15. Ordnung. **Primates L., Pitheci**[1]**, Affen.**

Mit vollständigem Gebiss und $\frac{2}{2}$ *meisselförmigen, in geschlossener Reihe stehenden Vorderzähnen jederseits, meist mit Greiffüssen an den Hintergliedmassen, in der Regel auch mit Händen der Vorderextremitäten, mit geschlossenen Augenhöhlen und zwei brustständigen Zitzen.*

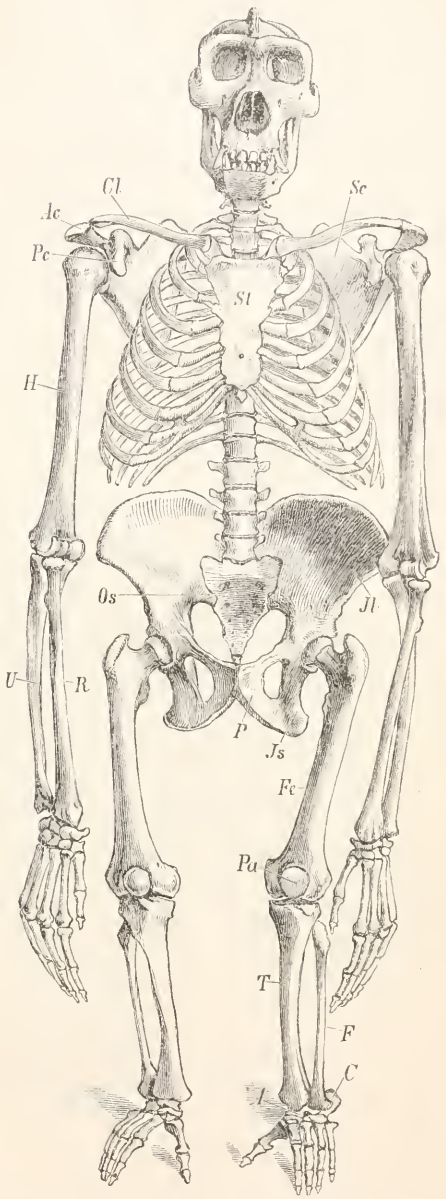
Der Körperbau der Affen erscheint in der Regel schlank und gracil, wie ihn die schnellen und leichten Bewegungen von Baumthieren voraussetzen, indessen kommen auch plumpe schwerfällige Gestalten vor, die wie die Paviane Waldungen meiden und felsige Gebirgsgegenden zu ihrem Aufenthalte wählen. Mit Ausnahme des stellenweise kahlen menschenähnlichen Gesichtes und schwieliger Theile des Gesässes (Gesässschwielen) trägt der Körper ein mehr oder minder dichtes Haarkleid, welches sich nicht selten an Kopf und Rumpf in Form von Quasten und Mähnen verlängert. Die Menschenähnlichkeit des Gesichtes beruht hauptsächlich auf der verhältnissmässig geringen Prominenz der Kiefer und ist im jugendlichen Alter am grössten; immerhin steigt der Gesichtswinkel der ausgebildeten Thiere nur ausnahmsweise über 30 Grad, erreicht aber in einem Falle, bei *Chrysothrix sciurea*, beinahe die doppelte Grösse. Im Zusammenhange mit der Grössenzunahme des Gehirnes wird die Schädelkapsel runder und das Foramen magnum rückt allmälig mehr und mehr von der hinteren Fläche nach unten herab. Auch die Ohrmuschel hat etwas Menschenähnliches, ebenso die Stellung der nach vorne gerichteten Augen, deren Höhlen gegen die Schläfengruben vollkommen geschlossen sind, ferner die Zahl und Lage der Zitzen an der Brust. In gleicher Weise nähern sich Gebiss und Extremitäten in dem Grade dem menschlichen Bau (Fig. 866), dass man auch dem Menschen in dieser Ordnung seine Stellung anzuweisen hat.

Das Gebiss enthält in jedem Kiefer vier meisselförmige Schneidezähne, welche wie beim Menschen in geschlossener Reihe stehen, stark vortretende konische Eckzähne und bei den Affen der alten Welt fünf, bei denen der neuen Welt sechs stumpfhöckerige Backenzähne, deren Form auf die vorherrschende Ernährung von Pflanzenkost hinweist. Man hat nachgewiesen, dass die oberen Molaren aus tritubercularen, die unteren aus tuberculärsectorialen Zähnen hervorgegangen sind. Die Grösse der fast Raubthier-ähnlich vorstehenden Eck-

[1]) Vrolik, Recherches d'anatomie comp. sur le Chimpanzé. Amsterdam, 1841. G. L. Duvernoy, Des caractères anatomiques des grands Singes pseudo-anthropomorphes. Arch. du Museum, Tom. VIII, 1855. R. Owen, Osteologie der Anthropomorphen. Transact. zool. Soc., Vol. I, 1835; Vol. II, 1841; Vol. III, 1849; Vol. IV, 1853.

zähne bedingt das Vorhandensein einer ansehnlichen Zahnlücke zwischen dem Eckzahne und ersten Backenzahne des Unterkiefers. Von den Extremitäten sind die vorderen meist länger als die hinteren. Ein Schlüsselbein ist stets vorhanden. Der Unterarm gestattet eine Drehung des Radius um die Ulna und demnach eine Pronatio und Supinatio der Hand, deren Finger, die Krallaffen ausgenommen, Kupp- oder Plattnägel tragen. In Bau und Leistung bleibt übrigens die Hand bedeutend hinter der des Menschen zurück. Bezüglich der hinteren Extremität ist das Becken lang und gestreckt, wird aber bei den Anthropomorphen niedriger, mehr und mehr dem menschlichen ähnlich, wenngleich es immer flacher bleibt. Tibia und Fibula bleiben stets beweglich gesondert. Die Extremität endet in allen Fällen mit einem kräftig entwickelten Greiffuss, den man nach Knochenbau und Anordnung der Muskulatur in keiner Weise berechtigt ist, als Hand zu bezeichnen. Ueberall trägt die opponirbare grosse Zehe einen Kuppnagel, während die übrigen Zehen mit Krallen bewaffnet sein können (Krallaffen). Durch die Einrichtung ihrer Hintergliedmassen sind die Affen vorzüglich zum Klettern und zum Sprunge befähigt, weniger dagegen zum Gehen und Laufen auf den vier Extremitäten, da die schräg nach innen gerichtete Stellung der Füsse bewirkt, dass nur die äusseren Kanten derselben den Boden berühren. Daher ist der Gang mit Ausnahme der Krallaffen ein überaus schwerfälliger. Bei ihren leichten und sicheren Bewegungen auf Zweigen und Aesten benutzen sie häufig den langen Schwanz als Steuer oder selbst als accessorisches Greiforgan (Greifschwanz, Wickelschwanz).

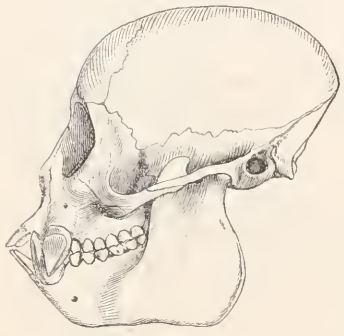
Fig. 866.



Skelet von *Gorilla engena*. *St* Sternum, *Sc* Scapula, *Ac* Acromion. *Pc* Processus coracoideus, *Cl* Clavicula, *H* Humerus, *R* Radius, *U* Ulna, *Os* Os sacrum, *Jl* Ileum, *Js* Os ischii, *P* Os pubis, *Fe* Femur, *Pa* Patella, *T* Tibia, *Fi* Fibula, *C* Calcaneus, *A* Astragalus.

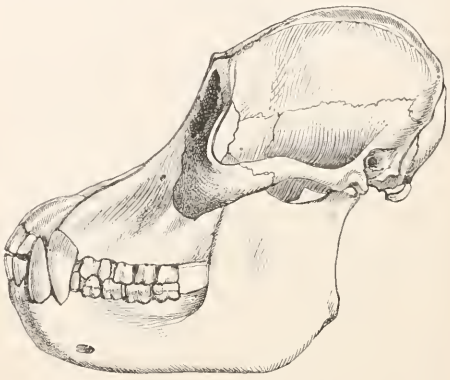
Die meisten Affen leben gesellig in Waldungen der heissen Klimate. In Europa sind die Felsenwände Gibraltars der einzige Heimatsort eines wahrscheinlich von Afrika stammenden Affen, des Magot (*Innus ecaudatus*), der demnächst vollständig aus Europa verschwinden wird. Nur wenige Affen leben einsiedlerisch, die meisten halten sich in grösseren Gesellschaften zusammen, deren Führung das grösste und stärkste Männchen übernimmt. Sie nähren sich vornehmlich von Früchten und Sämereien, jedoch auch von Insecten, Eiern und Vögeln. Das Weibchen bringt nur ein Junges (seltener zwei) zur Welt, welches mit grosser Liebe geschützt und gepflegt wird. In psychischer Hinsicht stehen diese Thiere neben dem Hund, Elephant u. a. an der Spitze der Säugethiere. Fossile Reste treten schon im Eocän auf, doch gehören diese Formen einer

Fig. 867.



Schädel von *Pithecia Satanas*.

Fig. 868.



Schädel von *Satyrus orang*.

besonderen ausgestorbenen Unterordnung an, die man wegen ihrer Beziehung *Pseudolemurinae* genannt hat. Das Gebiss besass meist eine grössere Zahl von Praemolaren: $\frac{2}{2}\frac{1}{1}\frac{4}{4}\left(\frac{3}{3}\right)\Big|\frac{3}{3}$. (*Microchoerus erinaceus* Lyd., *Adapis magnus* Filh., *Caenopithecus lemuroides* Rut.)

Die im Miocän Europas gefundenen Quadrumanen erweisen sich dem Gebisse nach als *Catarrhinen*, wie *Oreopithecus* Gerv., *Pliopithecus* Lath., *Dryopithecus* Lart. und *Mesopithecus* Wag. Auch jetztlebende Gattungen sind schon im Pliocän, auch im Diluvium gefunden, so z. B. *Macacus pliocenus* Ow. Von *Platyrrhinen* sind fossile Reste aus den brasilianischen Knochenhöhlen bekannt geworden (*Protopithecus* Lund).

1. Unterordnung. *Arctopitheci*, *Krallaffen*. Südamerikanische Affen von geringer Körpergrösse, mit langem behaartem Schwanz und Krallnägeln. Nur die opponirbare grosse Zehe trägt einen Plattnagel. Der Daumen ist nicht opponirbar. Hinsichtlich des Gebisses schliessen sie sich den Affen der alten Welt in der Zahl (32) der Zähne an, jedoch weichen die spitzhöckerigen Backenzähne insofern ab, als die Zahl der Praemolaren (3) die der Molaren (2) über-

trifft. Sie werfen zwei, selbst drei Junge und nähren sich von Eiern, Insecten und Früchten.

Fam. *Hapalidae*, Seidenaffen. Gebiss: $\frac{2}{2}\frac{1}{1}\frac{3|2}{3|2}$. Ohne Greifschwanz. *Hapale Jacchus* Geoff., Sahui oder Ouistiti. *Midas Rosalia* L., Löwenäffchen.

2. Unterordnung. *Platyrrhini*, *Plattnasen*. Affen der neuen Welt mit breiter Nasenscheidewand und 36 Zähnen $\left(\frac{2}{2}\frac{1}{1}\frac{3}{3}\frac{3}{3}\right)$. (Fig. 867.) Der lange Schwanz wird zuweilen als Wickelschwanz oder Greifschwanz benützt. Finger und Zehen tragen Kuppnägel oder Plattnägel. Der Daumen der Vorderhand bleibt zuweilen verkümmert und ist niemals in dem Grade opponirbar wie die grosse Zehe des Greiffusses. Backentaschen und Gesässschwielen fehlen überall.

Fig. 869.

Gorilla engena, aus Vogt und Specht.

Fam. *Pithecidae*, Schweif- und Springaffen, mit überall behaartem Schwanz, der nicht zum Ergreifen benutzt werden kann. *Pithecia Satanus* Hoffms., in Brasilien. *Nyctipithecus trivirgatus* v. Humb., in Neu-Granada. *Chrysothrix sciurea* L., Saimiri, Eichhornaffe, Guiana. *Callithrix personata* Geoffr., Springaffe, Ostküste Brasiliens.

Fam. *Cebidae*, Roll- und Greifschwanzaffen, mit rings behaartem oder am Ende nacktem Greifschwanz. *Cebus capucinus* L., Sai, Kapuzineraffe. *Ateles paniscus* L., Koaita, in Brasilien. *A. Belzebuth* Geoffr., in Guinea. *Lagothrix Humboldtii* Geoffr., Wollaffe, Peru. *Mycetes niger* Geoffr., Brüllaffe, in Brasilien. Mit trommelförmig aufgeblasenem Zungenbeinkörper. *M. seniculus* L.

3. Unterordnung. *Catarrhini*, *Schmalnasen*. Affen der alten Welt mit schmaler Nasenscheidewand und genäherten, nach unten gerichteten Nasenlöchern, mit 32 Zähnen $\left(\frac{2}{2}\frac{1}{1}\frac{2}{2}\frac{3}{3}\right)$. (Fig. 868.) Der Schwanz ist niemals Greif- oder Wickelschwanz, in einigen Fällen stummelförmig, oder fällt wie bei den Anthropomorphen als äusserer Anhang weg.

Fam. *Cynocephalidae*, Paviane. Von gedrungener plumper Körperform mit Hundeähnlich vorragender Schnauze. Die Eckzähne gross nach Art jener der Raubthiere. Backentaschen und grosse Gesässschwielen vorhanden. *Cynocephalus hamadryas* L., der grosse Pavian. *C. Babuin* Desm., Mantelpavian, Abyssinien. *C. Gelada* Rüpp., Gelada. *Papio mormon* L., Mandrill, Afrika.

Fam. *Cercopithecidae*, Meerkatzen. Von schlankem, leichtem Körperbau, mit Backentaschen, Gesässschwielen und verschieden langem Schwanz ohne Endquaste. *Macacus sinicus* L. und *M. silenus* L., in Vorderindien. *M. sivalensis* Lyd. fossil, *M. cynomolgus* L., der javanische Affe. *Rhesus nemestrinus* Geoffr., Schweinsaffe, auf Borneo und Sumatra. *Inuus sylvanus* L., *I. ecaudatus* Geoffr., Hundsaffe, Magot, in Nordafrika und auf Gibraltar. *Cercopithecus sabaeus* F. Cuv., die grüne Meerkatze, Westafrika.

Fam. *Semnopithecidae*, Schlankaffen. Mit kleinen Gesässschwielen, ohne wahre Backentaschen. Der Daumen der Vorderhände erscheint verkürzt. *Semnopithecus entellus* L., bei den Indiern als heiliger Affe der Hindus verehrt. *S. nasicus* Cuv., Borneo. Nahe steht der fossile *Mesopithecus Pentelici* A. Wagn.

An die Schlankaffen schliessen sich die afrikanischen Stummelaffen an, die sich von jenen hauptsächlich durch den fehlenden oder stummelförmigen Daumen unterscheiden. *Colobus Guereza* Wagn., mit weit herabhängender weisser Mähne und Schwanzquaste, in Abyssinien.

Fam. *Anthropomorphae*. Schwanzlos, mit nacktem Menschen-ähnlichem Gesicht, langen Vordergliedmassen, ohne Gesässschwielen und Backentaschen. Körper auf der Unterseite des Rumpfes und der Glieder dicht behaart. *Hylobates Lar* Ill. *H. syndactylus* Cuv., Siamang, Gibbon. Zahnkronen sehr niedrig, lang. Mit sehr langen, bis zur Erde reichenden Vordergliedmassen. Im Obermiocän findet sich bereits eine fossile Art. *Gorilla engena* = *gina* J. Geoffr., Gorilla (Fig. 869). Mit 13 Rippenpaaren, sehr breiter Nase und starken Augenbrauen, lebt gesellig in Wäldern an der Westküste von Afrika (am Gaboonflusse), wird $5^1/_2$ bis 6 Fuss hoch. *Satyrus orang* L., Orang-Utang, Pongo, mit 12 Rippenpaaren und stark verlängerten Armen, lebt auf Borneo in sumpfigen Waldungen. *Troglodytes niger* L., Schimpanze. Mit 13 Rippenpaaren, stark abstehenden Ohren und grosser Unterlippe, schmaler Hand und Fuss. Lebt in grösseren Gesellschaften in den Wäldern Guineas und soll sich auf Bäumen ein künstliches Nest mit Schutzdach bauen. Auch findet sich bereits im Pliocän eine *Troglodytes*-Art, ebenso die ausgestorbene Gattung *Dryopithecus* (*Dr. sivalensis* Lyd.).

Der Mensch[1]).

Mit Vernunft und articulirter Sprache, mit aufrechtem Gang, mit Händen und breitsohligen, kurzzehigen Füssen.

---

[1]) J. F. Blumenbach, De generis humani varietate nativa. Gottingae, 1795. Derselbe, Decas Collectionis suae craniorum diversarum gentium illustrata. Gottingae, 1790—1820. J. C. Prichard, Naturgeschichte des Menschengeschlechts, übersetzt von R. Wagner. 4 Bde. Leipzig, 1840—1842. A. Retzius, Anthropologische Aufsätze, übersetzt in Müller's Archiv. Huxley, On the zoological relations of Man with the lower Animals. Nat. hist. Rev., 1861. Derselbe, Zeugnisse für die Stellung des Menschen in der Natur, übersetzt von V. Carus, Leipzig, 1863. C. Vogt, Vorlesungen über den Menschen etc. Giessen, 1863. Th. L. Bischoff, Ueber die Verschiedenheit in der Schädelbildung des Gorilla, Chimpanse und Orang-Utang etc. München, 1867. Quetelet, Anthropométrie, 1879. Friedrich Müller, Allgemeine Ethnographie. Wien, 1879.

Wenn auch die früher so verbreitete Ansicht, dass der Mensch über und ausserhalb des Thierreiches stehe, weil unvereinbar mit dem Geiste und der Methode der Naturforschung, als gänzlich beseitigt angesehen werden kann, so ist man doch über die Stellung des Menschen in der Classe der Säugethiere verschiedener Meinung, je nach dem Werthe, welchen man den Eigenthümlichkeiten seines körperlichen Baues beilegt. Während Cuvier, neuerdings auch Owen und Andere, für den Menschen eine besondere Ordnung (*Bimana*) aufstellen, schätzen Forscher, wie Huxley und seine Anhänger, die Merkmale, welche den Menschen von den anthropoiden Affen unterscheiden, weit geringer und schlagen dieselben im Anschluss an die Auffassung Linné's, welcher den Menschen mit den Affen in seiner Ordnung der *Primates* vereinigte, nicht höher als Familiencharaktere an.

Die wichtigsten anatomischen Unterschiede zwischen dem Menschen und den anthropoiden Affen beruhen auf der Configuration des Schädels und Gesichtes, auf dem Bau des Gehirns, der Bildung des Gebisses und der Extremitäten, deren Einrichtung im Zusammenhange mit einigen Eigenthümlichkeiten der Wirbelsäule den aufrechten Gang des Körpers ermöglichen. Die rundlich gewölbte Form der geräumigen Schädelkapsel, das bedeutende Uebergewicht des Schädels über das Gesicht, welches nicht wie bei den Thieren und auch den Menschen-ähnlichen Affen vor dem Schädel, sondern beinahe rechtwinkelig unterhalb desselben seine Lage findet, sind ebenso wesentliche Merkmale für den Menschen, wie die relativ bedeutende Masse des Gehirns, der mächtige Umfang der Vorderlappen und die Grösse der Hinterlappen, ferner die reiche Ausbildung der Hirnwindungen, deren Verlauf freilich auch bei den Affen dem nämlichen Typus folgt. Allen diesen für die psychische Entwicklung in erster Linie bedeutungsvollen Eigenthümlichkeiten des Menschen kann jedoch keineswegs der Werth fundamentaler Unterschiede, sondern nur gradueller Abweichungen zugeschrieben werden, wie sie grösser noch zwischen den höchsten und den niedrigsten Affen, beziehungsweise Halbaffen bestehen. Man hat sich ferner vergebens bemüht, den Mangel gewisser bei den Affen und sämmtlichen Säugethieren stets vorhandener Theile (Zwischenkiefer, Blumenbach—Goethe) für den Menschen als charakteristisch nachzuweisen, wie auch die Versuche als völlig gescheitert anzusehen sind, in dem menschlichen Organismus Theile zu finden (Hinterhorn, *Pes hippocampi minor*, Owen—Huxley), die ihm ausschliesslich in der Säugethierreihe und als etwas Neues von fundamentalem Werthe angehören sollten.

Auch die vollständig geschlossene, nicht durch Lücken für die gegenüberstehenden Eckzähne unterbrochene Zahnreihe, durch welche sich das Gebiss des Menschen von dem der Catarrhinen unterscheidet, ist kein ausschliesslich menschlicher Charakter, sondern in ähnlicher Art von einem fossilen Hufthiere (*Anoplotherium*) bekannt, wie andererseits freilich nur in Ausnahmsfällen entsprechende Zahnlücken am menschlichen Gebisse (Kaffernschädel der Erlanger Sammlung) beobachtet worden sind. In der Zahl und Gestalt der Zähne stimmt

das Gebiss des Menschen mit dem der Catarrhinen überein, wenn auch die geringe Grösse des letzten Molaren (sogenannten Weisheitszahnes) bei den höheren Rassen die Tendenz zur Reduction andeutet. Für den Unterkiefer des Menschen kann zwar die als Kinn hervortretende Protuberanz als charakteristisch gelten, obwohl sich dieselbe bei den Negern mehr und mehr abschleift, ein tiefer greifender Werth kann dieser Bildung indessen selbstverständlich nicht beigelegt werden.

Wichtiger sind jedoch die Verschiedenheiten, welche zwischen den Gliedmassen des Menschen und denen der anthropoiden Affen bestehen. Schon die Proportionen der einzelnen Abschnitte sind wesentlich abweichend, wenn freilich auch für die anthropomorphen Affen untereinander nicht minder verschieden. Während beim Menschen das Bein als die ausschliessliche Stütze des Körpers die Vordergliedmassen an Länge und Gewicht bedeutend übertrifft, ist bei den Affen der Arm in verschiedenem Grade länger als das Bein, und zwar erscheint der Oberarm bei den Affen verhältnissmässig kürzer, Vorderarm und Hand dagegen weit länger als beim Menschen. Die Hand erreicht bei keinem der drei anthropoiden Affen die Vollkommenheit der menschlichen Hand; die des Gorilla steht der menschlichen am nächsten, ist jedoch plumper, schwerer und mit einem kürzeren Daumen versehen. Auch an den Hintergliedmassen gestaltet sich bei den Affen der Fuss verhältnissmässig sehr lang und erscheint als Greiffuss, dessen Sohle mehr oder minder nach innen gewendet ist. Mit Bezug auf die Anordnung der Knochen und Muskeln unterscheidet sich der menschliche Fuss sehr wesentlich von einer wahren Hand, keineswegs aber von dem Greiffusse der Affen. Immerhin liegt in dem Fusse mit seiner starken und langen, aber nicht opponirbaren Innenzehe, der Gewölb-artigen Zusammenfügung der Wurzel- und Mittelfussknochen, der horizontal dem Boden zugewendeten Sohle ein wichtiger Charakter des menschlichen Baues, indem die Gestaltung desselben die wesentlichste Bedingung zu der aufrechten Haltung des Rumpfes ist, mit welcher die mächtige Entwicklung des Wadenmuskels, die Configuration des breiten schaufelförmigen Beckens, die Form des Brustkorbes und die doppelte Krümmung der Wirbelsäule in enger Wechselbeziehung steht. Wie hoch man jedoch auch neben der Configuration des Kopfes und der Ausbildung des Gehirns die aufrechte Stellung des Rumpfes, den aufrechten Gang schätzen mag, unleugbar lässt sich für den Körperbau des Menschen und der Affen ein gemeinsamer Typus nachweisen.

Was frühere Naturforscher veranlasst hat, dem Menschen eine ganz besondere Stellung ausserhalb des Thierreiches anzuweisen, das ist die hohe geistige Entwicklung des Menschen, welche, auf den Besitz einer articulirten Sprache gegründet, den Menschen zu einem vernünftigen, einer fast unbegrenzten Vervollkommnung fähigen Wesen erhebt. In der That wäre es thöricht, die grosse Kluft zu leugnen, welche in der Ausbildung von Geist und Gemüth den Menschen von dem höchsten Thiere scheidet; geht man indessen vorurtheilsfrei auf die Entwicklung des geistigen Lebens ein, welches das Individuum

während der ersten Zeit seiner Jugend durchläuft und die civilisirte Menschheit von der frühesten Zeit beginnender Cultur an durchlaufen hat, und unterwirft man die psychischen Eigenschaften der höheren Thiere einer vergleichenden Betrachtung, so wird man mit Wundt zu dem Resultate kommen, dass die Erkenntniss der Thiere von der des Menschen nur durch die Stufe der erreichten Ausbildung verschieden ist.

Ueber den Ursprung des Menschen und die ältesten Zeiten seiner Existenz herrscht völliges Dunkel, indess ist die Annahme, nach welcher der Mensch nur wenige Jahrtausende auf der Erde sei, durch antiquarische und geologische Untersuchungen völlig widerlegt. Aus dem gleichzeitigen Vorkommen menschlicher Knochenreste (Schädel von Engis und aus dem Neanderthal) und aus Stein gefertigter Geräthschaften mit Knochenresten ausgestorbener Thiere (*Mammuth*, *Rhinoceros tichorhinus*) der Diluvialzeit ist das hohe Alter des Menschengeschlechtes bewiesen. Sicher existirte der Mensch in der pleistocänen Periode [1]), möglicherweise aber schon in der jüngsten Tertiärzeit. Ueber die Herkunft desselben liegen zur Zeit keine bestimmten Thatsachen vor; nur deductiv [2]) lässt sich im Anschluss an die Darwin'sche Naturauffassung die Wahrscheinlichkeit darthun, dass auch das höchste Lebewesen auf dem Wege natürlicher Züchtung aus einem niederen Formenkreise der Primaten seinen Ursprung genommen hat.

Die Frage nach der Arteinheit [3]) des Menschen, welche je nach der Auffassung des Artbegriffes verschieden beantwortet werden kann, mag hier unerörtert bleiben, zumal da bei der Unmöglichkeit, zwischen Art und Rasse eine scharfe Grenzlinie zu ziehen, eine bestimmte Entscheidung nicht getroffen werden kann. Blumenbach unterschied gegen Ende des vorigen Jahrhunderts fünf Menschenrassen und charakterisirte dieselben nach Kopf und Schädelform, nach der Färbung der Haut und der Beschaffenheit der Haare.

1. Die *kaukasische* Rasse, von weisser Hautfarbe mit blonden oder dunklen Haaren, kugelig gewölbtem Schädel, hoher Stirn, senkrecht aufeinanderstehenden Zähnen und schmaler Nase des länglich-ovalen Gesichtes. Bewohner Europas, Westasiens und Nordafrikas. Hierher gehören die Volksstämme der Indogermanen (Germanen, Celten, Hindus etc.), die Semiten (Juden, Araber, Berber etc.) und Slaven.

2. Die *mongolische* Rasse, von weizengelber Hautfarbe, mit fast viereckigem kurzen Kopf, schmaler flacher Stirn, stumpfer Nase und vorstehenden Backenknochen des breiten Gesichtes, schief von oben und aussen nach unten

---

[1]) Vergl. Rauber, Urgeschichte des Menschen. Leipzig, 1884. Schlösser und Seler, Die ersten Menschen und die prähistorischen Zeiten. Stuttgart, 1884.

[2]) J. Broca, L'ordre des primates. Parallèle anatomique de l'homme et des singes, 1870. Ch. Darwin, The descent of man and selection in relation to sex. Vol. 1 und 2, London, 1871.

[3]) Vergl. Th. Waitz, Anthropologie der Naturvölker, fortgesetzt von Gerland. Leipzig, 1859—1872.

und innen geschlitzten Augen und straffem schwarzen Haar. Bewohner Asiens, Lapplands und des nördlichen Amerikas (Eskimos).

Die *äthiopische* Rasse, von schwarzer Hautfarbe und dichtem krausen Haar, mit schmalem, langgestrecktem Schädel und stark prominirenden, schräg aufeinander stossenden Kinnladen. Die Lippen sind dick und wulstig. Die Nase ist kurz und stumpf, Stirn und Kinn treten zurück, der Gesichtswinkel beträgt nur ca. 75°. Bewohner Mittel- und Südafrikas (Neger, Kaffern etc.).

4. Die *amerikanische* Rasse, von gelbbrauner oder kupferrother Hautfarbe, mit straffem schwarzen Haar, tiefliegenden Augen und vorstehenden Backenknochen des breiten Gesichtes. Die Stirn ist schmal, die Nase stumpf, aber vorstehend. Bewohner Amerikas.

5. Die *malayische* Rasse, von hellbrauner bis schwärzlicher Hautfarbe, mit dichten schwarzen, lockigen Haaren, breiter dicker Nase, aufgeworfenen Lippen und vorstehenden Kiefern. Bewohner Australiens und des ostindischen Inselgebietes.

Cuvier erkannte nur die weisse oder kaukasische, die gelbe oder mongolische und die schwarze oder aethiopische Rasse als solche an und legte bei deren Unterscheidung zugleich Gewicht auf die Sprachunterschiede und Culturfähigkeit. Die Versuche der späteren Anthropologen, eine bessere und natürlichere Eintheilung der Rassen und Stämme zu begründen, beruhen nach dem Vorgange von A. Retzius vornehmlich auf Verwerthung der Schädeldimensionen, zu deren Messung man eine Reihe von Methoden ausgedacht hat. Nach der verschiedenen Schädel- und Gesichtsform unterscheidet A. Retzius Langköpfe (*Dolichocephali* 9:7) und Kurzköpfe (*Brachycephali* 8:7), sodann nach der Stellung des Gebisses und der Zähne *Orthognathen* und *Prognathen*. Die Völker Europas sind Orthognathen und grossentheils, die Celten und Germanen ausgenommen, Brachycephalen.

Berichtigungen und Ergänzungen.

Pag. 5, Zeile 7 statt Kern „fehlt" zu setzen: „zu fehlen scheint", da in jüngster Zeit für viele bislang als kernlos betrachtete Zellen (Bacterien[1]) das Vorhandensein eines als Kern zu deutenden Centralkörpers nachgewiesen wurde. Demgemäss erscheint die von E. Haeckel als *Moneren* bezeichnete Gruppe kernloser einzelliger Organismen beträchtlich eingeschränkt, so dass, wie ich bereits vor Jahren aussprach, mehr und mehr fraglich wird, ob eine solche überhaupt existirt.

Pag. 6, zu „*Thier und Pflanze*" ist als Literatur hinzuzufügen: v. Siebold, Dissertatio de finibus inter regnum animale et vegetabile constituendis. Erlangae, 1844. C. Gegenbaur, De animalium plantarumque regni terminis et differentiis. Lepsiae, 1860. C. Claus, Ueber die Grenze des thierischen und pflanzlichen Lebens. Leipzig, 1863.

Pag. 31, Fig. 29. Die Buchstaben *a* und *b* sind zu vertauschen.

Pag. 63, Zeile 8 statt (Fig. 78 *b*): (Fig. 78 *b*, *c*).

Pag. 63, Zeile 11 (Fig. 78 *c*) hat zu entfallen.

Pag. 238. Durch die inzwischen publicirten Arbeiten von Maupas[2]) und R. Hertwig[3]) ist unsere Kenntniss über die den Conjugationsprocess der Infusorien begleitenden Vorgänge der Befruchtung wesentlich gefördert worden, so dass die herangezogenen Beobachtungen Gruber's einer Berichtigung bedürfen. Die Theilstücke des Nucleolus oder besser *Mikronucleus* verhalten sich demgemäss keineswegs sämmtlich gleichwerthig, vielmehr ist nach wiederholt eingetretener Theilung des Mikronucleus einer der vier (beziehungsweise acht) Kerne der Sexualkern. Derselbe theilt sich in zwei Kerne, von denen der eine den Eikern repräsentirt, der andere als Spermakern in das Individuum überwandert und sich mit dessen Eikern durch Zusammenlagerung der chromatischen Substanz conjugirt, während der erstere mit dem überwandernden Spermakern des zweiten Individuums den Conjugationsvorgang eingeht. Nun trennen sich die beiden Individuen, der Grosskern oder *Makronucleus* zerfällt in Bruchstücke, die aus dem Mikronucleus hervorgegangenen Nebenkerne gehen zu Grunde, und der conjugirte Sexualkern erfährt eine wiederholte Theilung, durch welche die neuen Makronuclei und Mikronuclei gebildet werden. Somit besteht eine vollkommene Parallele zu dem Befruchtungsvorgang der Vielzelligen, indem der conjugirte Sexualkern dem Furchungskerne entspricht, der Eikern den weiblichen Pronucleus, der Spermakern den männlichen Pronucleus repräsentirt, die übrigen zerfallenden Elemente den Richtungskörpern verglichen werden können.

Pag. 244, Absatz 3, Zeile 3 statt „Zoospermien" zu setzen: „Psorospermien".

Pag. 304. Erklärung der Fig. 330 *b*, statt *Tetrabothrium*: *Taenia*.

---

[1]) O. Bütschli, Ueber den Bau der Bacterien und verwandter Organismen. Leipzig, 1890.

[2]) E. Maupas, Le rajeunissement karyogamique chez les Ciliés. Arch. Zool. expér. et génér. 2 Ser., Tom. VII, 1889.

[3]) R. Hertwig, Ueber die Conjugation der Infusorien. Abh. d. kön. bay. Akad. der Wiss. Bd. XVII, 1889.

REGISTER.

Aal 774.
Aalmolche 795.
Aalmutter 778.
Aaskäfer 621.
Abdominalia 476.
Abendpfauenauge 615.
Abramis 775.
Abraxas 614.
Abyla 295.
Acalephae 273.
Acalyptera 606.
Acamarchis 697.
Acanthia 603.
Acanthias 769.
Acanthocephali 394.
Acanthocystis 222.
Acanthometra 226.
Acanthopsidae 775.
Acanthopteri 776.
Acarina 534.
Acatammnia 284.
Accentor 869.
Accipitridae 871.
Acephalen 634.
Acephalocysten 374.
Acera 674.
Acerina 777.
Acerotherium 922.
Acervulina 221.
Achaeta 424.
Acherontia 615.
Acholoë 412.
Achtheres 468.
Acidalia 614.
Acilius 621.
Acineta 241.
Acipenser 771.
Acontias 815.
Acrania 758.
Acraspeda 282.
Acridium 590.
Acrocladia 330.
Acrodonta 812.
Acronycta 614.
Actinia 269.
Actiniaria 269.
Actinometra 324.
Actinophrys 222.
Actinosphaerium 222.
Actinotrocha 426.
Actinozoa 261.
Aculeata 627.
Adapis 948.
Adeciduata 897.
Adler 871.
Adlerrochen 769.
Aega 491.
Aegineta 291.
Aeginopsis 291.
Aegithalus 869.
Aeneasratte 904.
Aeolis 674.
Aepyornis 857.
Aequorea 290.
Aesche 775.
Aeschna 595.
Aethalium 13.
Affen 950.
Afterfrühlingsfliegen 593.
Afterscorpione 523.
Afterspinnen 532.
Agalmidae 296.
Agalmopsis 297.
Agama 814.
Agaricus 12.
Agelastica 618.
Agelena 532.
Aglaura 290.
Aglia 615.
Aglossa 798.
Aglyphodonten 822.
Agrilus 620.
Agrion 595.
Agriotes 620.
Agrotis 614.
Ahaetulla 822.
Alata 670.
Alauda 870.
Alaurina 347.
Alausa 774.
Albatros 859.
Albunea 510.
Alburnus 775.
Alca 859.
Alcedo 867.
Alces 930.
Alcinoë 303.
Alciopa 413.
Alcippe 476.
Alcyonaria 268.
Alcyonella 696.
Alcyonidium 697.
Alcyonium 268.
Alectoridae 861.
Alima 505.
Alken 859.
Allantonema 393.
Alligator 827.
Alpenflüevogel 869.
Alpheus 510.
Alucita 613.
Alydus 603.
Alytes 799.
Amaroccium 715.
Amaurobius 532.
Amblyopsis 758.
Amblypoden 917.
Amblystoma 794.
Ameisen 627.
Ameisenbär 914.
Ameisenbeutler 904.
Ameisenfresser 914.
Ameisenigel 901.
Ameisenlöwe 596.
Ameiva 816.
Amia 772.
Ammocoetes 764.
Ammodytes 776.
Ammonites 688.
Ammophila 628.
Ammothea 540.
Amoeba 219.
Amoebina 219.
Amoebidium 244.
Ampharete 415.
Amphibia 781.
Amphibiotica 593.
Amphicoelia 827.
Amphicyon 939.
Amphihelia 269.
Amphileptus 240.
Amphilina 370.
Amphioxus 761.
Amphipeltis 483.
Amphipneusta 673.
Amphipnous 774.
Amphipoda 483.

Amphiporus 378.
Amphiprion 766.
Amphiptyches 370.
Amphisauriden 817.
Amphisbaena 818.
Amphistomum 357.
Amphitherium 904.
Amphitrocha 411.
Amphiuma 795.
Amphiura 329.
Ampullaria 670.
Anabas 778.
Anableps 775.
Anacanthini 776.
Anacodon 917.
Anapera 607.
Anaptomorphus 948.
Anas 859.
Anastomus 862.
Anatifa 475.
Anceus 491.
Anchinia 722.
Anchitherium 923.
Anchorella 468.
Ancillaria 669.
Ancylostomum 388.
Ancylus 673.
Andrena 630.
Andrias 794.
Androctonus 523.
Anelasma 475.
Angelopsis 297.
Anguilla 774.
Anguillula 393.
Anguis 815.
Anilocra 491.
Anisobranchii 668.
Anisomyaria 651.
Anisopoda 492.
Anjovis 774.
Annarhichas 778.
Annelides 397.
Annulata 818.
Anobium 620.
Anodonta 650.
Anomia 652.
Anomura 510.
Anopla 377.
Anoplotermes 593.
Anoplotherium 928.
Anser 858.
Antechinus 904.
Antedon 324.
Antennularia 290.
Anthea 269.
Anthomyia 606.
Antophora 630.
Anthozoa 261.
Anthracotherium 925.
Anthrax 608.
Anthrenus 621.
Anthropomorphae 954.
Anthus 869.
Antilocapra 930.
Antilope 930.
Antipathes 269.
Antliata 603.
Apatura 615.
Aperea 935.
Aphaniptera 609.
Aphis 602.
Aphodius 620.
Aphrodite 412
Aphrophora 602.
Apiocrinus 303.
Apion 619.
Apis 630.
Aplacentalia 897.
Aplysia 674.
Aplysina 256.
Apoda (Amphibien) 791.
Apoda (Cirripedien) 476.
Apoda (Holothurie) 333.
Apolemia 297.
Aporosa 269.
Aporrhais 670.
Appendicularia 714.
Apseudes 492.
Apsilus 436.
Aptenodytes 856.
Aptera 599.
Apterogenea 585.
Apterygii 872.
Apteryx 872.
Apus 453.
Aquila 871.
Arachnoidea 517.
Aradus 603.
Araneida 525.
Arbacia 330.
Arca 650.
Arcella 219.
Archaeoniscus 483.
Archaeopteryx 169.
Archegosaurus 792.
Archemuscheln 650.
Archhydrae 289.
Archiannelides 409.
Archigetes 371.
Archipterygium 747.
Arctocyon 941.
Arctomys 936.
Arctopitheci 952.
Ardea 862.
Arenicola 414.
Arethusa 297.
Argas 539.
Argiope 702.
Argonauta 689.
Argulus 470.
Argus 863.
Argusfasan 863.
Argynnis 616.
Argyroneta 532.
Arion 673.
Armadill 915.
Armadillo 492.
Armflosser 778.
Armfüsser 698.
Armmolche 794.
Armwirbler 696.
Aromia 618.
Artemia 453.
Arthropoda 437.
Arthrostraca 481.
Articulata 323.
Artiodactyla 923.
Arvicola 936.
Asaphus 517.
Ascalabotes 814.
Ascalaphus 596.
Ascaltis 256.
Ascandra 256.
Ascaris 387.
Ascetta 255.
Ascidia 715.
Ascilla 255.
Ascomorpha 436.
Asconen 255.
Ascortis 256.
Asculmis 256.
Ascyssa 255.
Asellus 491.
Asilus 608.
Asinus 923.
Asiphonia 648.
Aspergillum 650.
Aspidiotus 600.
Aspidisca 241.
Aspidochirota 333.
Asplanchna 436.
Aspro 777.
Asseln 488.
Astacus 510.
Astasiaea 230.
Asteracanthion 327.
Asterias 327.
Asteridal 327.
Asterina 327.
Asteriscus 327.
Asteroidea 325.
Asteronyx 329.
Asterope 460.
Astraea 270.
Astroides 270.
Astropecten 327.
Astrophyton 329.
Astur 871.
Atax 539.
Ateles 953.
Ateuchus 620.
Athalia 626.
Atherina 778.
Athorybia 297.
Atlanta 672.
Atlantosaurus 816.
Atrocha 411.
Attacus 615.
Attagenus 621.
Attractonema 393.
Atypus 531.
Auchenia 928.
Audoninia 415.
Augenfleckmedusen 289.
Augenkorallen 269.
Aulacantha 225.
Aulastomum 432.
Auralia 297.
Aulostoma 778.
Aurelia 284.
Auricula 673.
Auster 651.
Austernfischer 861.

Antolytus 413.
Aves 831.
Avicula 650.
Axinella 256.
Axolotl 749.

Bachstelzen 869.
Bacillus 242.
Bacteria 590.
Bacterien 241.
Bacterium 5, 242.
Badeschwamm 256.
Bärenkrebs 510.
Bärenspinner 614.
Balaena 913.
Balaeniceps 862.
Balaenoptera 913.
Balanius 619.
Balanoglossus 333.
Balantidium 240.
Balanus 476.
Balistes 774.
Bandfisch 778.
Bandwürmer 361.
Barbe 775.
Barbus 775.
Barsche 776.
Bartenwale 913.
Bartvögel 866.
Basanistes 468.
Basiliscus 814.
Basommatophora 673.
Bathybius 219.
Bathycrinus 323.
Batrachia 796.
Batrachoseps 794.
Bauchfüsser 654.
Baumagamen 814.
Baumhühner 862.
Baumläufer 867.
Baumnattern 822.
Bdella 539.
Bdellostoma 764.
Becassine 861.
Becherquallen 279.
Belemnites 689.
Belone 776.
Beluga 912.
Bembex 628.
Beris 608.
Bernhardkrebs 511.
Beroë 303.
Bettwanze 603.
Beutelbilch 904.
Beuteldachs 905.
Beutelmarder 904.
Beutelquallen 281.
Beutelratten 904.
Beutelstrahler 324.
Beutelthiere 901.
Biber 936.
Bibio 609.
Bibos 931.
Bicellaridae 697.
Bienen 630.
Bienenfresser 867.
Bienenlaus 607.
Biesfliegen 607.
Bilharzia 357.
Binnenasseln 492.
Bipes 815.
Bipinnaria 318.
Birgus 511.
Bisamschwein 926.
Bison 931.
Bittacus 596.
Bitterling 775.
Bläulinge 615.
Blaps 619.
Blasenfüsse 591.
Blasenwurm 373.
Blastoideen 324.
Blastotrochus 269.
Blatta 589.
Blattflöhe 602.
Blatthornkäfer 620.
Blattkäfer 618.
Blattläuse 600. 602.
Blattlauslöwe 596.
Blattnasen 947.
Blattwespen 625.
Blennius 778.
Blesshuhn 861.
Blindschleiche 815.
Blindwanzen 603.
Blindwühler 719.
Blutegel 427, 432.
Boa 822.
Bockkäfer 618.
Bodotria 503.
Bogenkrabben 511.
Bohrmuscheln 649.
Bohrschwamm 256.
Bombardierkäfer 621.
Bombinator 799.
Bombus 630.
Bombycilla 869.
Bombylius 608.
Bombyx 614.
Bonellia 424.
Bopyrus 492.
Borkenkäfer 618.
Borkenthier 932.
Borlasia 377.
Borstenschwänze 587.
Borstenwürmer 401.
Bos 931.
Bostrychus 619.
Bothriocephalus 371.
Bothrops 823.
Botryllus 715.
Botrytis 615.
Botys 613.
Brachinus 621.
Brachiolaria 316.
Brachionus 436.
Brachiopoda 698.
Brachsen 775.
Brachvogel 861.
Brachycera 606.
Brachyura 511.
Bracon 626.
Bradypus 915.
Branchellion 432.
Branchiobdella 432.
Branchiopoda 452.
Branchiosaurus 791.
Branchiostoma 761.
Branchipus 453.
Branchiura 468.
Brandente 859.
Braula 607.
Braunfisch 812.
Bremsen 608.
Brevilinguia 814.
Brillentaucher 860.
Brisinga 327.
Brissopsis 331.
Brissus 331.
Brontotheriden 920.
Bruchus 619.
Brüllaffe 953.
Bruta 913.
Bryozoa 690.
Bubalis 930.
Bubalus 930.
Bubo 870.
Buccinum 669.
Bucco 866.
Buceros 867.
Buckelzirpen 602.
Bucorvus 867.
Bücherläuse 592.
Bücherscorpion 523.
Büffel 930.
Büschelkiemer 773.
Buffo 799.
Bugula 697.
Bulimus 673.
Bulla 674.
Bunodonten 924.
Buphaga 868.
Buprestis 620.
Bursaria 240.
Bussard 871.
Buteo 871.
Buthus 523.

Cacadu 866.
Cachelot 913.
Caenopithecus 952.
Caenotherium 926.
Caiman 827.
Calamoherpe 869.
Calamoichtys 772.
Calandra 619.
Calanidae 467.
Calappa 511.
Calcispongiae 255.
Caligus 468.
Callianassa 510.
Callianira 303.
Callidina 436.
Callionymus 777.
Callithrix 953.
Callorhinus 943.
Callorhynchus 768.
Calopeltis 822.
Calopteryx 595.
Calosoma 621.
Calotermes 593.
Calotes 814.
Calurus 866.
Calycophory 295.
Calycotyle 358.
Calycozoa 279.
Calymene 517.
Calytopis 507.

Calyptorhynchus 866.
Calyptraea 670.
Camelopardalis 930.
Camelus 928.
Campanularia 290.
Campodea 587.
Canaliferae 669.
Canarienvogel 870.
Cancellaria 669.
Cancer 511.
Canda 697.
Canis 939.
Cantharis 619.
Cantharus 777.
Canthocamptus 467.
Capitella 410.
Capitibranchiata 413.
Capra 930.
Caprella 486.
Capreolus 929.
Caprimulgus 868.
Capsus 603.
Capulus 670.
Carabus 621.
Caranx 777.
Carassius 775.
Caravella 297.
Carcharias 769.
Carchesium 241.
Carcinus 511.
Cardinalis 870.
Cardium 650.
Caretta 830.
Cariama 861.
Caprididae 510.
Carinaria 672.
Carinatae 858.
Carinella 377.
Carmarina 291.
Carnivora 937.
Carpocapsa 613.
Carpophaga 905.
Carychium 673.
Caryocrinus 324.
Caryophyllaeus 371.
Caryophyllia 269.
Cassida 618.
Cassiopea 285.
Cassis 670.
Castor 936.
Casuarius 872.
Catamnnata 284.
Catarrhini 953.
Catenula 347.
Cathartes 871.
Catoblepas 930.
Catocola 614.
Catodon 913.
Catometopa 512.
Caudata 793.
Cavia 935.
Cavicornia 930.
Cebochoerus 926.
Cebus 953.
Cecidomyia 609.
Cecrops 468.
Cellularia 697.
Centetes 944.
Centriscus 778.
Centrotus 602.
Cephalaspis 759.
Cephalophoren 633.
Cephalopoda 677.
Cephalothrix 378.
Cephalotrocha 411.
Cepola 778.
Cerambyx 618.
Ceraospongia 256.
Cerapus 487.
Ceratiocaris 481.
Ceratites 688.
Ceratium 231.
Ceratodus 781.
Ceratosauriden 817.
Cercaria 353.
Cerceris 628.
Cercolabes 935.
Cercoleptes 939.
Cercomonas 228.
Cercopithecus 954.
Cerebratulus 378.
Cerianthus 269.
Cerithium 669.
Certhia 867.
Cervulus 929.
Cervus 929.
Ceryle 867.
Cestodes 361.
Cestracion 769.
Cestum 303.
Cetacea 910.
Cetiosaurus 827.
Cetochilus 467.
Cetonia 621.
Chaetifera 422.
Chaetoderma 639.
Chaetodon 777.
Chaetogaster 419.
Chaetognathen 393.
Chaetonotus 437.
Chaetopoden 401.
Chaetopterus 415.
Chaetosoma 393.
Chalicodoma 630.
Chalinopsidae 256.
Chama 650.
Chamaeleon 817.
Chamaesaura 815.
Charadrius 861.
Charax 777.
Charybdaea 282.
Chauna 861.
Cheimatobia 613.
Chelidon 869.
Chelifer 523.
Chelonia 827, 830.
Chelenobia 476.
Chelura 487.
Chelydra 831.
Chelys 831.
Chermes 602.
Chernes 523.
Chernetidae 523.
Chersites 831.
Chevreulius 715.
Chiaja 303.
Chilocorus 618.
Chilodon 241.
Chilognatha 551.
Chilopoda 550.
Chilostomata 697.
Chimaera 768.
Chinchilla 936.
Chionea 609.
Chirodota 333.
Chirogaleus 949.
Chiromys 950.
Chironectes 778, 904.
Chironomus 609.
Chiroptera 945.
Chirotes 818.
Chirotherium 792.
Chiton 666.
Chlamydophorus 915.
Chlamydotherium 914.
Chloë 594.
Chlorops 606.
Choeropotamus 925.
Choeropus 905.
Choerotherium 925.
Choanoflagellata 230.
Choloepus 915.
Chondracanthus 468.
Chondropterygii 764.
Chondrosia 256.
Chondrostei 771.
Chondrostoma 775.
Chorioptes 536.
Chromulina 229.
Chrysaora 284.
Chrysis 628.
Chrysochlorys 944.
Chrysomela 618.
Chrysomitra 298.
Chrysopa 596.
Chrysophrys 777.
Chrysops 608.
Chrysosoma 607.
Chrysothrix 953.
Chthonius 523.
Cicada 603.
Cicadaria 602.
Cicindela 621.
Ciconia 862.
Cidaris 330.
Ciliata 232.
Cilioflagellata 231.
Ciliophrys 228.
Cimbex 626.
Cincinnurus 868.
Cinclus 869.
Cineras 475.
Cingulata 914.
Cinnyris 867.
Ciona 715.
Cionocrania 813.
Circus 871.
Cirratulus 415.
Cirripedia 470.
Cistela 619.
Cistudo 831.
Citigradae 532.
Citronenvogel 616.
Cladobates 944.
Cladocera 453.
Cladocora 269.
Cladonema 289.

Clathria 256.
Clathrulina 222.
Clausilia 673.
Clava 289.
Clavagella 650.
Clavellina 715.
Claviger 621.
Clemmys 831.
Cleodora 677.
Clepsidrina 244.
Clepsine 432.
Clerus 620.
Clidastes 816.
Clio 677.
Clisiocampa 614.
Clitellum 416.
Clubiona 532.
Clupea 774.
Clypeaster 331.
Clypeastridea 330.
Clythia 290.
Clythra 618.
Cnemiornis 856.
Cnethocampa 614.
Cnidaria 257.
Coassus 929.
Cobitis 775.
Coccidae 599.
Coccidium 244.
Coccinella 618.
Coccosteus 758.
Coccothraustes 870.
Coccus 600.
Coccystes 866.
Cochenille 600.
Codosiga 230.
Coecilia 792.
Coelenterata 244.
Coelogenys 935.
Coelopeltis 822.
Codoria 270.
Coenobita 510.
Coenurus 373.
Coleoptera 616.
Coleps 240.
Colias 616.
Colius 866.
Collembola 587.
Collocalia 868.
Collosphaera 226.
Collozoum 226.
Colobus 954.
Coloradokäfer 618.
Colpoda 240.
Colpodella 228.
Coluber 822.
Culubriformia 822.
Columba 864.
Columbella 669.
Columbinae 863.
Colymbetes 621.
Colymbus 859.
Comatula 324.
Compsognathus 817.
Conchoderma 475.
Conchoccia 460.
Concholepas 476.
Condor 871.
Condyarthra 915.
Condylura 944.
Conger 774.
Conirostres 869.
Conochilus 435.
Conops 607.
Conus 669.
Convoluta 347.
Copelatae 714.
Copepoda 461.
Copris 620.
Coracias 867.
Corallium 269.
Corbicula 650.
Cordylophora 289.
Corbulidae 649.
Coregonus 775.
Corethra 609.
Corcus 603.
Corixa 603.
Cormoran 859.
Cornularia 268.
Cornuspira 221.
Coronella 822.
Coronula 476.
Corophium 487.
Corrodentia 591.
Corvina 777.
Corvus 868.
Corycaeus 468.
Corydalis 595.
Corymorpha 290.
Coryniden 289.
Coryphodon 917.
Corythaix 866.
Cossus 615.
Cotingiden 868.
Cottus 777.
Coturnix 863.
Cotyle 868.
Cotylorhiza 285.
Crabro 628.
Crambus 613.
Crangon 510.
Crania 702.
Crassilinguia 813.
Craterolophus 281.
Crax 863.
Crenilabrus 776.
Creodonten 941.
Creseis 677.
Crevettina 486.
Crex 861.
Cricetus 936.
Crinoidea 321.
Criodilus 418.
Crisia 697.
Cristatella 696.
Crocodilia 825.
Crocodilus 827.
Crossopterygii 771.
Crotalus 823.
Crustacea 443.
Cryptobranchus 795.
Cryptocephalus 618.
Cryptochiton 666.
Cryptoniscus 492.
Cryptopentamera 618.
Cryptophialus 476.
Cryptops 551.
Cryptotentramera 618.
Crypturidae 863.
Cteniza 531.
Ctenobranchien 668.
Ctenodiscus 327.
Ctenophora 609.
Ctenophorae 298.
Ctenostomata 697.
Cucullanus 388.
Cucullia 614.
Cuculus 866.
Cucumaria 333.
Culcita 327.
Culex 609.
Culiciformes 609.
Cumacea 500.
Cunina 291.
Cupressocrinus 323.
Curculio 619.
Cursoria 589.
Cursorius 861.
Cuscus 905.
Cyamus 486.
Cyanea 284.
Cyathina 269.
Cyathocrinus 323.
Cyathophyllidae 268.
Cyclas 650.
Cyclobranchia 667.
Cycloiden 742.
Cyclometopa 511.
Cyclomyaria 722.
Cyclops 467.
Cyclopterus 777.
Cyclorapha 606.
Cyclostoma 669.
Cyclostomata 697.
Cyclostomi 761.
Cyclura 814.
Cydippe 303.
Cygnus 858.
Cylicomastiges 230.
Cylicozoa 279.
Cymbium 669.
Cylindrophis 822.
Cymbulia 677.
Cymothoa 491.
Cynailurus 940.
Cynips 626.
Cynocephalus 954.
Cynomys 937.
Cynthia 715.
Cyphonautes 695.
Cyphophthalmus 534.
Cypraea 650.
Cypridina 460.
Cyprina 650.
Cyprinodon 775.
Cyprinus 775.
Cypris 461.
Cypselus 868.
Cyrtopia 507.
Cysticercoiden 374.
Cysticercus 373.
Cystideen 324.
Cystoflagellaten 231.
Cystophora 942.
Cystosoma 486.
Cystotaenia 373.

Cythere 461.
Cytherea 651.

Dacelo 867.
Dactylethra 798.
Dactylocalyx 257.
Dactylopterus 777.
Dama 930.
Daphnia 456.
Dasychira 614.
Dasychone 415.
Dasydytes 437.
Dasypoda 630.
Dasyprocta 935.
Dasypus 915.
Dasyurus 904.
Decapoda 507.
Decapodida 689.
Deciduata 897.
Decticus 590.
Delphinapterus 912.
Delphine 912.
Delphinus 912.
Demodex 536.
Dendrobates 799.
Dentrochirotae 333.
Dendrocoela 347.
Dendrocoelum 348.
Dendrolagus 906.
Dendrometridae 614.
Dendrophis 822.
Dendrophyllia 270.
Dentalium 654.
Dentex 777.
Denticete 912.
Dentirostres 868.
Depastrum 281.
Dermanyssus 539.
Dermaptera 589.
Dermatobia 607.
Dermatodectes 537.
Dermatophili 536.
Dermestes 621.
Dermoptera 949.
Derostomum 347.
Derotrema 795.
Desmomyaria 721.
Demodontes 649.
Desmoscolex 393.
Diadema 330.
Diaptomus 467.
Diastylis 503.
Dibranchiata 688.
Dicholopus 861.
Dickzüngler 813.
Dicotyles 925.
Dicroceros 930.
Dictyocaris 481.
Dicyemiden 359.
Dicyemopsis 359.
Didelphys 904.
Didemnum 715.
Didunculus 864.
Didus 857.
Difflugia 219.
Digonopora 348.
Diloba 614.
Dimyarier 642.
Dinoceras 917.
Dinoflagellata 231.
Dinormis 857.
Dinosauria 816.
Dinotherium 933.
Diodon 775.
Diomedea 859.
Dionaea 11.
Diopatra 412.
Diphyes 295.
Diplocodus 816.
Diplophysa 295.
Diplozoon 359.
Dipneumona 781.
Dipneumones 531.
Dipnoi 778.
Diporpa 359.
Diprotodon 904.
Dipsas 822.
Diptera 603.
Dipus 936.
Discina 702.
Discodactylia 799.
Discoidea 297.
Discomedusa 284.
Discophora 282.
Discophori 427.
Distomeae 356.
Distomum 356.
Dochmius 388.
Dodo 865.
Dögling 913.
Dolichopus 608.
Doliolum 722.
Doliopsis 722.
Dolium 669.
Dolomedes 532.
Dompfaff 870.
Donax 651.
Doppelschleichen 818.
Doppelthier 359.
Doras 775.
Dorcus 620.
Dorippe 511
Doris 674.
Doritis 616.
Dornhai 769.
Dorsibranchiata 412.
Dorylaimus 393.
Doryphora 618.
Doto 674.
Draco 814.
Dracunculus 391.
Drehwurm 373.
Dreieckskrabben 511.
Drepanophorus 378.
Dreyssena 651.
Dromaeus 872.
Dromia 511.
Dronte 865.
Drosera 11.
Drosseln 869.
Dryophis 822.
Dryopithecus 952.
Dünnschnäbler 867.
Dugong 932.
Dungfliege 606.
Dynamena 299.
Dynastes 621.
Dysdera 532.
Dysodontes 651.
Dytiscus 621.

Ecardines 701.
Echeneis 777.
Echidna 901.
Echinaster 327.
Echineibothrium 373.
Echiniscus 541.
Echinocardium 331.
Echinococcifer 373.
Echinococcus 374.
Echinocucumis 331.
Echinocyamus 331.
Echinoderes 436.
Echinodermata 303.
Echinoidea 329.
Echinometra 330.
Echinosphaerites 324.
Echinorhynchus 397.
Echinus 330.
Echiuroideae 422.
Echiurus 424.
Eciton 628.
Ectopistes 864.
Ectopracta 696.
Edelhirsch 930.
Edelkoralle 269.
Edendata 913.
Eichelheher 868.
Eichenwickler 613.
Eichhörnchen 937.
Eidechsen 811.
Eiderente 859.
Einsiedlerkrebse 511.
Eintagsfliegen 594.
Eissturmvogel 859.
Eistaucher 859.
Eisvogel 867.
Eisvogel (Schmetterling) 615.
Elaps 822.
Elasmobranchii 764.
Elater 620.
Eledone 689.
Elephas 933.
Eliomys 936.
Ellipsocephalus 517.
Elster 868.
Elysia 674.
Emarginula 668
Emberiza 870.
Empis 608.
Emys 831.
Enaliosauria 825.
Enchelidium 393.
Enchytraeus 419.
Encrinus 324.
Endomychus 618.
Endoprocta 695.
Engerling 620.
Engraulis 774.
Enhydris 940.
Enopla 378.
Enoplus 393.
Enteroplea 436.
Enteropneusta 333.
Entoconcha 670.

Entomophaga 626.
Entomostraca 450.
Entoniscus 492.
Eohippus 921.
Eohyus 925.
Epeira 532.
Ephemera 594.
Ephialtes (Hymenopteres) 626.
Ephialtes (Vogel) 870.
Ephippigera 590.
Ephyra 274.
Ephryropsis 284.
Epicrium 792.
Epistylis 241.
Equitidae 616.
Equus 923.
Erdagomen 814.
Erdfrösche 799.
Erdpapagei 866.
Erdschwein 914.
Erebia 615.
Erethizon 936.
Erichthus 505.
Erinaceus 944.
Eriomys 936.
Eriphia 511.
Eristalis 607.
Errantia 411.
Erythraeus 539.
Eryx 822.
Eschholtzia 303.
Esel 923.
Esox 775.
Esperia 256.
Estheria 453.
Eucephala 608.
Eucharis 303.
Euchlanis 436.
Eucope 290.
Eucopepoda 467.
Eucrinus 323.
Eucyrtidium 225.
Eudendrium 289.
Eudoxia 295.
Eudyptes 860.
Euflagellata 228.
Euganoides 772.
Englena 230.
Euglypha 219.
Euisopoda 491.
Eulalia 413.
Eulen 870.
Eulen (Schmetterling) 614.
Eunice 412.
Euphausia 507.
Euplectella 257.
Euprepia 614.
Eurhamphaea 303.
Euryalidae 329.
Eurycercus 456.
Eurylepta 348.
Eurypterus 513.
Eusmilia 269.
Euspongia 256.
Eustrongylus 387.
Eutermes 593.
Eutyphis 488.
Evadne 456.
Evania 626.
Exocoetus 776.

Fadenbacterien 212.
Fadenwürmer 379.
Fächerflügler 621.
Falcinellus 862.
Falco 871.
Faltenmücke 609.
Faltenschnecken 669.
Faltenwespen 629.
Fangheuschrecken 589.
Farella 697.
Fasciola 348.
Faserschwämme 256.
Faulthiere 915.
Fausthuhn 863.
Federgeistchen 613.
Feldfrosch 798.
Feldgrille 591.
Feldhühner 863.
Feldmaus 936.
Felis 940.
Felstaube 864.
Ferae 937.
Fesselfrosch 799.
Fettschabe 613.
Feuerwanze 603.
Fiber 936.
Fibrospongiae 256.
Fierasfer 776.
Figites 626.
Filaria 387, 391.
Filigrana 415.
Fingerthiere 949.
Finken 870.
Finne 373.
Finnfisch 913.
Fischdrachen 825.
Fische 740.
Fischerwurm 414.
Fischläuse 468.
Fissilinguia 815.
Fissirostres 867.
Fissurella 668.
Fistularia 778.
Flabellum 269.
Flagellaten 227.
Flamingo 858.
Flata 602.
Fledermäuse 945.
Fledermausfisch 778.
Fleischfliege 606.
Fliegen 606.
Fliegenfänger 869.
Flöhe 609.
Flösselhechte 772.
Flohkrebse 483.
Florfliegen 596.
Floscularia 435.
Flossenfüsser 675.
Flossenfüssler 941.
Flughecht 776.
Flughühner 863.
Flunder 776.
Flusskiemenschnecken 669.
Flusskrebs 510.
Flussmuscheln 650.
Flussneunauge 764.
Flustra 698.
Foenus 626.
Fontaria 552.
Foraminifera 220.
Forelle 775.
Forficula 589.
Formica 628.
Forskalia 296.
Forskalina 290.
Fossoria 628.
Fregattvogel 859.
Fringilla 870.
Fritillaria 714.
Frösche 796.
Frostschmetterling 613.
Früchtebeutler 905.
Frühlingsfliegen 597.
Frugivora 946.
Fulgora 602.
Fulica 861.
Fumea 615.
Fungia 270.
Fungicolae 609.
Furcilia 507.
Fusshühner 863.
Fusus 669.

Gabelschwanz 614.
Gadus 776.
Galago 949.
Galathea 511.
Galaxea 269.
Galbula 866.
Galeodes 524.
Galeopithecus 949.
Galeus 769.
Galleria 613.
Gallertschwämme 256.
Gallicola 626.
Gallicolae 609.
Gallinacei 862.
Gallinago 861.
Gallinula 861.
Gallmilben 538.
Gallmücken 609.
Gallophasis 863.
Gallus 863.
Gallwespen 626.
Gamasus 539.
Gammarus 487.
Gangvögel 866.
Ganocephala 793.
Ganoidei 770.
Garneelasseln 492.
Garneelen 510.
Garrulus 868.
Gasterosteus 777.
Gastornis 856.
Gastrobranchus 764.
Gastrochaena 650.
Gastropacha 614.
Gastrophilus 607.
Gastropoda 654.
Gastropteron 674.
Gastrotricha 436.
Gastrotrocha 411.

Gastrus 607.
Gavialidae 827.
Gazelle 930.
Gebia 510.
Gecarcinus 512.
Geckonen 814.
Geier 871.
Geisselträger 227.
Geisselgarneelen 510.
Gelada 954.
Gelasinus 512.
Gelocus 928.
Gemse 930.
Geocentrophora 346.
Geocores 603.
Geodesmus 348.
Geodia 257.
Geometra 614.
Geometrina 613.
Geophilus 551.
Geoplana 348.
Georhychus 936.
Geotrupes 620.
Gephyrei 419.
Geradflügler 587.
Geryonia 291.
Geryonopsidae 290.
Gespenstheuschrecken 589.
Gespenstmaki 949.
Getreideblasenfuss 591.
Gibocellum 534.
Gienmuscheln 650.
Giftschlangen 822.
Gigantostraca 512.
Giraffe 930.
Glanzvögel 866.
Glasschwämme 257.
Glatthai 769.
Glattnasen 947.
Glaucoma 240.
Glenodinium 231.
Gliederfüssler 437.
Gliederwürmer 397.
Glires 934.
Globigerina 221.
Globiocephalus 912.
Glockenthierchen 233.
Glomeris 553.
Glossotherion 914.
Glycera 412.
Glyptodon 915.
Glyziphagus 537.
Gnathobdellidae 432.
Gnathostomata 467.
Gnu 930.
Gobio 775.
Gobius 777.
Goldammer 870.
Goldeulen 614.
Goldfliege 606.
Goldhähnchen 869.
Goldwespen 628.
Goniastraea 270.
Goniatites 688.
Gonium 230.
Gonodactylus 505.
Gonopteryx 616.
Gonospora 244.
Gonyleptus 534.
Gordius 392.
Gorgonia 268.
Gorilla 954.
Gottesanbeterin 589.
Goura 864.
Grabheuschrecken 591.
Grabwespen 628.
Grallatores 860.
Grammatophora 814.
Grantia 255.
Grapholitha 613.
Grapsus 512.
Graugans 858.
Grauhai 769.
Gregarina 244.
Gressoria 589.
Grind 912.
Gromia 221.
Grubenottern 823.
Gründling 775.
Grus 862.
Grylllume 860.
Gryllotalpa 591.
Gryllus 591.
Gürtelthiere 914.
Guineawurm 391.
Gulo 940.
Gummineae 256.
Gunda 348.
Gyge 492.
Gymnarchus 774.
Gymnocopa 413.
Gymnodontes 774.
Gymnolaemata 697.
Gymnophiona 791.
Gymnorhina 947.
Gymnosomata 677.
Gymnotus 774.
Gynaecophorus 357.
Gypaëtus 871.
Gypogeranus 871.
Gyps 871.
Gyrator 347.
Gyrodactylus 359.
Gyropeltis 470.

Haarbalgmilben 536.
Haarsterne 321.
Haematopota 608.
Haematopus 861.
Haementaria 432.
Haemopis 432.
Häring 774.
Häringe 774.
Hafte 594.
Haftkiemer 773.
Haftwalzen 333.
Haifische 768.
Hairochen 769.
Halbaffen 948.
Halbhufer 935.
Halcyonidae 867.
Haliaëtos 871.
Haliaeus 859.
Halichoerus 842.
Halichondria 256.
Halicore 932.
Halicryptus 425.
Haliotis 668.
Halisarca 256.
Halistemma 297.
Halitherium 931.
Halla 412.
Halmaturus 906.
Halobates 603.
Halocypris 460.
Halomitra 270.
Halteria 241.
Haltica 618.
Hammerfisch 769.
Hamster 936.
Handbeutler 904.
Handflügler 945.
Hapale 953.
Hapalemur 949.
Hardun 814.
Harengula 774.
Harlekin 614.
Harpa 669.
Harpacticus 467.
Harpalus 621.
Harpyia (Fledermaus) 947.
Harpyia (Schmetterling) 614.
Hartflossenstrahler 776.
Haselmaus 936.
Hasen 935.
Hasenmäuse 936.
Hatteria 816.
Haubentaucher 859.
Hausen 771.
Hausheimchen 591.
Hausratte 936.
Hausziege 930.
Hautflügler 622.
Hautwanzen 603.
Hechte 774.
Heerwurm 609.
Helaletes 922.
Heliaster 327.
Heliconiidae 616.
Heliosphaera 225.
Heliozoa 222.
Helix 673.
Helladotherium 930.
Heloderma 815.
Hemerobius 596.
Hemiaspis 513.
Hemibos 931.
Hemicardium 650.
Hemichoerus 926.
Hemidactylus 814.
Hemielytra 603.
Hemiptera 597, 603.
Hemistomum 356.
Henicops 551.
Henops 608.
Hepialus 615.
Heptanchus 769.
Hermella 415.
Hermione 412.
Herodii 861.
Herpestes 940.
Herpetodryas 822.

Herzigel 331.
Herzmuscheln 650.
Hesperia 615.
Hesperornis 171.
Hessenfliege 609.
Heterodera 392.
Heterodontes 650.
Heterogamia 589.
Heterogyna 628.
Heteromera 619.
Heteromyaria 650.
Heteronereis 412.
Heteropoda 670.
Heterotricha 240.
Heupferd 590.
Heuschreckenkrebse 505.
Hexactinelliden 257.
Hexactinia 269.
Hexanchus 769.
Hexapoda 553.
Hexodon 917.
Hibernia 613.
Himantarium 551.
Hippa 510.
Hipparchia 615.
Hipparion 923.
Hippidae 510.
Hippobosca 607.
Hippocampus 773.
Hippoglossus 776.
Hippopodidae 295.
Hippopodius 295.
Hippopotamus 924.
Hippotigris 923.
Hippopus 650.
Hippotragus 930.
Hirsche 928.
Hirscheber 925.
Hirschkäfer 620.
Hirtenvogel 861.
Hirudinei 427.
Hirudo 432.
Hirundo 868.
Hispa 618.
Hister 621.
Höckerschwan 858.
Hokko 863.
Holocephali 768.
Holopus 323.
Holostomum 356.
Holothuria 333.
Holothuroidea 331.
Holotricha 240.
Holzbiene 630.
Holzbock 539.
Holzfliegen 608.
Holztaube 864.
Holzwespen 626.
Homarus 511.
Homoptera 602.
Honigbiene 630.
Honigsauger 867.
Hoplonemertini 378.
Hormiphora 303.
Hormiscium 241.
Hornera 697.
Hornfische 774.
Hornhecht 776.
Hornisse 629.
Hornschwämme 256.
Hornthiere 930.
Huchen 775.
Hühnerstelzen 861.
Hühnervögel 862.
Hufeisennase 947.
Hufthiere 921.
Humivagae 814.
Hummel 630.
Hummelfliegen 608.
Hummer 511.
Hund 939.
Hundsfisch 775.
Hundshai 769.
Hyaemoschus 928.
Hyaena 940.
Hyaenarctos 939.
Hyaenodonten 941.
Hyalea 677.
Hyalonema 257.
Hyalospongiae 257.
Hydatidenseuche 374
Hyadatina 436.
Hydra 289.
Hydrachna 539.
Hydractinia 289.
Hydrobius 621.
Hydrochoerus 935.
Hydrocoralliae 289.
Hydrocores 603.
Hydroideae 289.
Hydromedusae 285.
Hydrometra 603.
Hydromys 936.
Hydrophilus 621.
Hydrophis 823.
Hydropsyche 597.
Hydrosauria 823.
Hydrous 621.
Hyla 799.
Hylobates 954.
Hylobius 619.
Hymenocaris 481.
Hymenoptera 622.
Hyocrinus 323.
Hyopotamidae 925.
Hyotherium 926.
Hyperia 487.
Hyperina 487.
Hyperodopedon 816.
Hyperoodon 913.
Hypobythius 715.
Hypoderma 607.
Hypopus 537.
Hypostomus 775.
Hypotricha 241.
Hypsiprymnus 906.
Hypudaeus 936.
Hydrachyus 922.
Hyracodon 922.
Hyracotherium 923.
Hyrax 934.
Hystrix 936.

Jacare 827.
Jaculus 936.
Jaera 491.
Jaera 491.
Janira 615.
Janthina 669.
Japyx 587.
Jassus 602.
Ibis 862.
Ibla 476.
Ichneumon 626.
Ichthydium 437.
Ichtyobdella 432.
Ichthyodea 794.
Ichthyophis 792.
Ichthyopsiden 740.
Ichthyopterygii 825.
Ichthyornithes 170.
Ichtyosaurii 825.
Icterus 868.
Ictitherium 940.
Idmonea 697.
Idotea 491.
Idyiopsis 303.
Igel 944.
Iguana 814.
Iguanodon 817.
Ilia 511.
Impennes 860.
Imperforata 221.
Inachus 511.
Inaequitelae 532.
Indri 949.
Ineptal 864.
Infusoria 226.
Inger 764.
Insecta 553.
Insectenfresser 943.
Insectivora 943
Insectivora (Fledermäuse) 947.
Insessores 866.
Inuus 954.
Johanniswurm 620.
Irenaeus 467.
Isis 268.
Isocardia 650.
Isopoda 488.
Ithomia 153.
Julis 776.
Julus 552.
Ixodes 539.
Jynx 866.

Kabeljau 776.
Käfer 616.
Käfermilben 539.
Käferschnecken 666.
Känguru 906.
Kängururatte 906.
Käsefliege 606.
Käsemilben 537.
Kahlhechte 772.
Kalkschwämme 256.
Kalong 947.
Kameel 928.
Kameelhalsfliege 595.
Kammmücke 609.
Kammmuscheln 652.
Kampfhahn 861.
Kaninchen 935.
Kappenwurm 388.

Kapuzineraffe 953.
Karausche 775.
Karpfen 775.
Karpfenläuse 468.
Kaulbarsch 777.
Kaulkopf 777.
Kegelschnäbler 869.
Kegelschnecken 669.
Kehlfüssler 486.
Kellerassel 492.
Kermes 600.
Kibitz 861.
Kieferegel 432.
Kiefernblattwespe 626.
Kielfüssler 670.
Kiemenlurche 794
Kieselhornschwamm 256.
Kionocrania 813.
Klaffmuscheln 649.
Klaffschnabel 862.
Kleiber 868.
Kleiderlaus 599.
Kleinschmetterlinge 613.
Kleinzirpen 602.
Klettervögel 865.
Klippschiefer 933.
Kliesche 776.
Kloakenthiere 899.
Knochenfische 772.
Knochenganoiden 772.
Knorpelganoiden 771.
Knospenstrahler 324.
Koita 953.
Koala 905.
Kochlorine 476.
Königstaucher 860.
Kofferfische 774.
Kohlschnake 609.
Kolibris 867.
Kolumbaczermücke 609.
Kopffüsser 677.
Kopflaus 599.
Korallenpolypen 261.
Kornmotte 613.
Kornwurm 613.
Kowalevskia 714.
Krabben 511.
Krabbenspinnen 532.
Krätzmilben 536.
Krallaffen 952.
Kranich 862.
Kratzer 394.
Krebse 443.
Kreiselschnecken 669.
Kreiswirbler 697.
Kreuzschnabel 870.
Kreuzspinne 532.
Kröten 799.
Krötenfrösche 799.
Kugelasseln 491.
Kugelbacterien 242.
Kukuke 866.
Kukukspeichel 602.
Kupferglucke 614.
Kurzdeckflügler 621.
Kurzzüngler 814.

Labidura 589.
Labrax 777.
Labrosauriden 817.
Labrus 776.
Labyrinthfische 778.
Labyrinthici 778.
Labyrinthodon 793.
Labyrinthodonten 791.
Lacerta 815.
Lachmöve 859.
Lachnus 602.
Lachse 775.
Lack 600.
Lacon 620.
Laemodipoda 486.
Läufer 861.
Läuse 599.
Lagena 221.
Lagidium 936.
Lagis 415.
Lagomys 935.
Lagopus 863.
Lagostomus 936.
Lagothrix 953.
Lama 928.
Lambrus 511.
Lamellibranchiata 639.
Lamellicornia 620.
Lamellirostres 858.
Lamia 618.
Lamna 769.
Lamnungia 933.
Lamprete 764.
Lampyris 620.
Landasseln 492.
Landkrabben 512.
Landkrokodil 816.
Landmilben 539.
Landschildkröten 831.
Landwanzen 603.
Langhörner 608.
Languste 510.
Langwanzen 603.
Lanius 869.
Lancettfisch 761.
Laomedea 290.
Laphria 608.
Larentia 613.
Larus 859.
Larventaucher 860.
Lasia 608.
Laterigradae 532.
Laternenträger 602.
Laubfrösche 799.
Laubheuschrecken 590.
Laufkäfer 621.
Laufmilben 539.
Lausfliegen 607.
Leberegel 356.
Lebias 775.
Lecanium 600.
Lederschildkröte 831.
Lederschwämme 256.
Ledra 602.
Leguane 814.
Leichtschnäbler 867.
Lemming 936.
Lemur 949.
Lepas 475.
Lepidocentrus 329.
Lepidoptera 610.
Lepidosauria 811.
Lepidosiren 781.
Lepidosteus 772.
Lepisma 587.
Lepralia 698.
Leptalis 153.
Leptauchenia 928.
Lepticidae 941.
Leptis 608.
Leptocardii 758.
Leptocephaliden 754.
Leptochoerus 926.
Leptoclinum 715.
Leptodera 392.
Leptodiscus 232.
Leptodora 456.
Leptonyx 942.
Leptoplana 348.
Leptoptilus 862.
Leptostraca 479.
Leptus 539.
Lepus 935.
Lerchen 870.
Lernaea 468.
Lernaeocera 468.
Lernaeodiscus 478.
Lernaeopodidae 468.
Lestornis 171.
Lestrigonus 487.
Lestris 859.
Lethrus 620.
Leucaltis 256.
Leucandra 256.
Leucetta 256.
Leuchtzirpen 602.
Leucifer 510.
Leucilla 256.
Leuciscus 775.
Leucochloridium 354.
Leucon 503.
Leucortis 256.
Leucosolenia 255.
Leuculmis 256.
Leucyssa 256.
Levirostres 867.
Libellula 595.
Lichanotus 949.
Ligia 492.
Ligula 371.
Lima 652.
Limacina 677.
Limapontia 674.
Limax 673.
Limenitis 615.
Limicolae 418.
Limnaeus 673.
Limnobates 603.
Limnobia 609.
Limnochares 539.
Limnodrilus 418.

Limnoria 491.
Limulus 516.
Lina 618.
Linckia 327.
Lindenschwärmer 615.
Lineus 377.
Linguatulida 541.
Lingula 702.
Linyphia 532.
Liophis 822.
Liotheum 592.
Liparis 614.
Lippenschildkröte 831.
Lippfische 776.
Liriope 291.
Lithobius 551.
Lithodes 511.
Lithodomus 651.
Lithospongiae 256.
Lithotrya 476.
Littorina 669.
Livia 602.
Lobatae 303.
Lobophora 331.
Lobosa 219.
Locusta 590.
Löffelhund 939.
Löffelreiher 862.
Löffelstör 771.
Loligo 689.
Longicornia 618.
Lophiodon 922.
Lophiomeryx 928.
Lophiura 814.
Lophius 778.
Lophobranchii 773.
Lophogaster 507.
Lophophorus 863.
Lophopoda 696.
Lophopus 696.
Lophornis 867.
Lophoseris 270.
Lophyrus 626.
Lori 949.
Loricata (Crocodile) 825.
Loricata (Macura) 510.
Lota 776.
Lottia 667.
Loxia 870.
Loxodon 933.
Loxosoma 696.
Lucanus 620.
Lucernaria 281.
Lucina 650.
Lucioperca 777.
Luidia 327.
Lumbriculus 418.
Lumbricus 418.
Lumme 860.
Lungenschnecken 672.
Lurche 781.
Lurchfische 778.
Lurchschildkröte 831.
Luscinia 869.
Lutra 940.
Lycaenidae 615.
Lycaretus 408.
Lycoperdina 618.
Lycoridae 412.
Lycosa 532.
Lyda 625.
Lygaeus 603.
Lymexylon 620.
Lynceus 456.
Lynx 940.
Lysianassa 487.
Lysidice 412.
Lystra 602.
Lytta 619.

Macacus 954.
Machairodus 941.
Machetes 861.
Machilis 587.
Macrobiotus 541.
Macroglossa 615.
Macropodus 778.
Macropus 906.
Macroscelides 944.
Macrostomum 347.
Macrotherium 914.
Macrura 507.
Mactra 649.
Madenwurm 387.
Madrepora 270.
Maeandrina 279.
Mäuse 936.
Magilus 669.
Maifisch 774.
Maikäfer 620.
Maja 511.
Maki 949.
Makrelen 777.
Malachius 620.
Malacobdella 377.
Malacodermata 620.
Malacopteri 722.
Malacostraca 478.
Malapterurus 775.
Malermuschel 650.
Malleus 651.
Mallophaga 592.
Malthe 778.
Mammalia 874.
Mammuth 933.
Manatus 932.
Mandelkrähe 867.
Mandrill 954.
Manis 914.
Manna 600.
Mantelpavian 954.
Mantelthiere 702.
Mantis 589.
Mantispa 596.
Margaritana 650.
Marienwürmchen 618.
Marsipobranchii 761.
Marsupialia 901.
Marsupialida 281.
Marsupialis 282.
Marsupiocrinus 323.
Mastigamoeba 228.
Mastodon 933.
Mastodonsaurus 791.
Mauerassel 492.
Maulfüsser 503.
Maulwurf 944.
Maulwurfsgrille 591.
Meckelia 378.
Mecrolestes 900.
Medusites 279.
Meerbarben 777.
Meerbrassen 777.
Meerengel 769.
Meergrundeln 777.
Megacephalon 863.
Megaceros 930.
Megochile 630.
Megaderma 947.
Megolonyx 915.
Megalosauriden 817.
Megalopa 499.
Megopodius 863.
Megaptera 913.
Megatherium 915.
Mehlwurm 619.
Meisen 869.
Melania 669.
Meleagrina 651.
Meleagris 863.
Meles 940.
Milicerta 435.
Miliphaga 867.
Melipona 631.
Melitaea 616.
Melithaea 268.
Meloë 619.
Melolontha 620.
Melophagus 607.
Melopsittacus 866
Membracis 602.
Membranipora 698.
Menobranchus 794.
Menopoma 795.
Menopon 592.
Mensch 954.
Menschenhai 769.
Menura 869.
Mephitis 940.
Mergus 859.
Merlucius 776.
Mermis 392.
Merops 867.
Merostomata 513.
Mesohippus 921.
Mesonychidae 941.
Mesopithecus 952.
Mesostomum 347.
Messerscheide 649.
Meta 532.
Metachaeta 411.
Metoecus 619.
Miastor 609.
Microcebus 949.
Microchoerus 918.
Micrococcus 242.
Microgaster 626.
Microlepidoptera 613.
Microlestes 904.
Micrommata 532.
Microstomum 347.
Micrura 378.

Midas 953.
Miesmuscheln 651.
Milan 871.
Milben 534.
Miliola 221.
Millepora 289.
Milnesium 541.
Milvus 871.
Mimus 869.
Miniopterus 947.
Miohippus 921.
Miris 603.
Möven 859.
Moina 456.
Molche 795.
Molidae 774.
Mollusca 631.
Molluscoidea 690.
Moloch 814.
Molossus 947.
Molpadia 333.
Monaden 228.
Monas 242.
Moneren 217.
Monitor 816.
Monocelis 346.
Monocystis 244.
Monodon 912.
Monogonopora 348.
Monomyaria 652.
Monophyes 295.
Monopneumona 780.
Monostomum 356.
Monothalamien 220.
Monotremata 899.
Moosthierchen 690.
Mormon 859.
Mormyrus 774.
Moropus 914.
Mosasaurus 818.
Moschus 929.
Moschusbock 618.
Motacilla 869.
Motten 613.
Mouflon 930.
Mützencorallen 269.
Mützenschnecken 670.
Mugil 778.
Mullus 777.
Mundhornfliege 608.
Muraena 774.
Murex 669.
Murmelthier 936.
Mus 936.
Musca 606.
Muscardinus 936.
Muscaria 606.
Muschelkrebse 456.
Muschelthiere 639.
Muschelwächter 512.
Muscicapa 869.
Musciformis 609.
Musophaga 866.
Mustela 940.
Mustelus 769.
Mutilla 628.
Mya 649.
Mycetes 953.
Mycetophila 609.
Mycoderma 242.
Mycteria 862.
Mygale 531.
Myliobatis 769.
Mylodon 915.
Myodes 936.
Myogale 944.
Myopotamus 936.
Myopsidae 689.
Myoxus 936.
Myriopoda 545.
Myrmecia 532.
Myrmecobius 904.
Myrmecophaga 914.
Myrmecophila 591.
Myrmedonia 621.
Myrmeleon 596.
Myrmica 628.
Mysis 507.
Mystacides 597.
Mystacina 947.
Mysticete 913.
Mystriosaurus 827.
Mytilus 651.
Myxilla 256.
Myxine 764.
Myxinoiden 764.
Myxospongia 256.
Myzostoma 413.

Nacella 667.
Nachtigall 869.
Nachtpapageien 866.
Nachtpfauenauge 615.
Nachtschwalben 868.
Nacktschnecken 673.
Näsling 775.
Nagebeutler 906.
Nagethiere 934.
Nais 419.
Naja 822.
Najades 650.
Nandu 872.
Narcine 769.
Narwal 912.
Nasenbantikut 905.
Nashorn 922.
Nashornkäfer 621.
Nashornvögel 867.
Nassa 669.
Nassula 240.
Nasua 939.
Natatores 858.
Natica 670.
Nattern 822.
Naucoris 603.
Nauplius 449.
Nausithoë 284.
Nautilus 688.
Navicella 669.
Nebalia 481.
Nebaliopsis 481.
Necrolemur 948.
Necrophorus 621.
Nectarinia 867.
Nemathelminthes 378.
Nematodes 379.
Nematus 626.
Nemertes 378.
Nemertini 374.
Nemocera 608.
Nemoptera 596.
Nemura 594.
Neomenia 639.
Neophron 871.
Neoplagiaulax 900.
Nepa 603.
Nephelis 432.
Nephrops 510.
Nereilepas 412.
Nereis 412.
Nerita 669.
Neritina 669.
Nesselthiere 257.
Nestor 866.
Netzflügler 595.
Neunaugen 764.
Neuntödter 869.
Neuroptera 595.
Niphargus 487.
Nisus 871.
Noctiluca 231.
Noctuiformes 609.
Noctuina 614.
Nomada 630.
Nothosaurus 825.
Notidanus 769.
Notodelphys (Batrachier) 799.
Notodelphys (Copepode) 467.
Nodonta 614.
Notodromus 461.
Notommata 436.
Notonecta 603.
Notopoda 511.
Notornis 856.
Nototherium 906.
Nuclearia 229.
Nuculidae 650.
Nudibranchia 674.
Numenius 861.
Numida 863.
Nummulina 221.
Nyctea 870.
Nycteribia 607.
Nycticebus 949.
Nyctipithecus 953.
Nymphalidae 615.
Nymphicus 866.
Nymphula 613.

Obelia 290.
Obesa 925.
Obisium 523.
Oceania 289.
Ocellatae 289.
Octacnemus 715.
Octactinia 268.
Octobothrium 359.
Octodon 936.
Octomeralia 282.
Octopodida 689.
Octopus 689.
Octorchis 290.
Oculina 269.
Ocypoda 512.

Odontolcae 171.
Odontomyia 608.
Odontornithes 170.
Odontosyllis 413.
Odynerus 629.
Oedemera 619.
Oedicnemus 861.
Oedipoda 590.
Oestropsiden 597.
Oestrus 607.
Ohrenqualle 284.
Ohrwürmer 589.
Oigopsidae 689.
Oikomonas 229.
Oikopleura 714.
Olenus 517.
Oligochaeta 415.
Oliva 669.
Olme 794.
Omalium 621.
Ommastrephes 689.
Onchocotyle 359.
Oniscus 492.
Ontophilus 621.
Onychophora 513.
Onychotenthis 689.
Opalina 240.
Operculata 476.
Ophidia 818.
Ophidiaster 327.
Ophidium 776.
Ophioderma 329.
Ophioglypha 329.
Ophiolepis 329.
Ophion 626.
Ophiothrix 328.
Ophisaurus 815.
Ophiura 329.
Ophiuridea 328.
Ophiusidae 614.
Opilionea 532.
Opisthobranchia 673.
Opithocoelia 827.
Opisthoglypha 822.
Opisthomum 346.
Opossum 904.
Opoterodonta 821.
Orang 954.
Orbitelae 532.
Orbulina 221.
Orca 912.
Orchestia 487.
Ordensbänder 614.
Oreodonten 928.
Oreopithecus 952.
Orgelkorallen 269.
Orgyia 614.
Oribates 539.
Oriolus 868.
Ornithopoda 817.
Ornithorhynchus 901.
Ornithoscelidae 817.
Orohippus 921.
Orotherium 921.
Orthagoriscus 774.
Orthiden 702.
Orthoceras 688.
Orthoconchae 642.
Orthonectiden 360.
Orthoptera 587.
Orthosia 614.
Orycteropus 914.
Oryctes 621.
Osmerus 775.
Osmia 630.
Osmylus 596.
Ostracion 774.
Ostracoda 456.
Ostrea 652.
Otaria 943.
Otion 475.
Otis 861.
Otocyon 939.
Otolicnus 949.
Ottern 823.
Otus 870.
Ovibos 930.
Ovis 930.
Oxycephalus 488.
Oxydactylia 798.
Oxyrhopus 822.
Oxyrhyncha 511.
Oxystomata 511.
Oxytricha 241.
Oxyuris 387.

Paarzeher 923.
Pachytylus 590.
Pagellus 777.
Paguristes 511.
Pagurus 511.
Palaemon 510.
Palaeoblatta 589.
Palaeocarabus 500.
Palaeochoerus 925.
Palaeoconchae 649.
Palaeocrangon 500.
Palaeomeryx 929.
Palaeonemertini 377.
Palaeornis 866.
Palaeospalax 944.
Palaeotheriden 923.
Palamedea 861.
Palapteryx 857.
Palingenia 594.
Palinurus 510.
Palissadenwurm 387.
Palmipes 327.
Palpares 596.
Palpicornia 621.
Paludicella 697.
Paludina 669.
Palumboenas 864.
Palumbus 864.
Pandion 871.
Pandora 646.
Panorpa 596.
Panurus 869.
Panzerkrebse 510.
Panzerwangen 777.
Panzerwels 775.
Papageien 866.
Papageifisch 776.
Papilio 616.
Papio 954.
Pappelschwärmer 615.
Paradiesvögel 868.
Paradisea 868.
Paradoxides 517.
Paradoxostoma 461.
Paradoxurus 940.
Paramaecium 240.
Paranebalia 481.
Parasita 467.
Parra 861.
Parus 869.
Passer 870.
Passeres 866.
Pastinaca 769.
Pastor 868.
Patella 667.
Pauropus 553.
Pavo 863.
Pecari 926.
Pecten 652.
Pectinaria 415.
Pectunculus 650.
Pedata 333.
Pedetes 936.
Pedicellina 696.
Pediculati 778.
Pediculus 599.
Pedimana 904.
Pedipalpi 524.
Pedunculata 475.
Pegasus 773.
Peitschenwurm 388.
Pelagia 284.
Pelamis 823.
Pelamys 777.
Pelecanus 859.
Pelias 823.
Pelobates 799.
Pelodera 392.
Peltogaster 478.
Pelzfresser 592.
Pelzkäfer 621.
Pelzmotte 613.
Pemphiginen 602.
Pemphigus 602.
Penaeus 510.
Penella 468.
Penelope 863.
Pennatula 268.
Pentacrinus 323.
Pentamera 620.
Pentamerus 702
Pentastomum 543.
Pentatoma 603
Pentatrematites 324.
Perameles 965.
Peratherium 904.
Perca 777.
Perdix 863.
Perennibranchiata 794.
Perforata 221, 270.
Pericolpa 284.
Peridinium 231.
Peripatus 543.
Periphylla 284.
Periplanata 589.
Perischoechiniden 329.
Perissodactyla 917.
Peritricha 241.
Perla 594.
Perlhuhn 863.

Perlmutterfalter 616.
Perlmuttermuscheln 651.
Pernis 871.
Peronia 673.
Perophora 715.
Peropoden 822.
Perspectivschnecken 669.
Petalopus 219.
Petaurus 905.
Petrogale 906.
Petromyzon 764.
Pezoporus 866.
Pfau 863.
Pferdelaus 607.
Pferdeschwamm 256.
Pflanzenläuse 599.
Pflanzenthiere 244.
Pfriemenschwanz 387.
Pfrille 775.
Phacochoerus 925.
Phaëthornis 867.
Phaëton 859.
Phalangella 697.
Phalangiida 534.
Phalangista 905.
Phalangium 534.
Phalansterium 231.
Phalaropus 861.
Phallusia 714.
Pharyngognathi 776.
Phascogale 904.
Phascolarctus 905.
Phascolomys 906.
Phascolosoma 425.
Phascolotherium 902.
Phasianus 863.
Phasma 590.
Phenacodus 917.
Philine 674.
Philodina 436.
Philonexis 689.
Philopterus 592.
Phoca 942.
Phocaena 912.
Phoenicopterus 858.
Pholadomidae 649.
Pholas 649.
Pholcus 532.
Phora 606.
Phoronis 426.
Phoxichilidium 540.
Phoxinus 775.
Phreoryctes 418.
Phronima 487.
Phrosina 487.
Phryganea 597.
Phrynocephalus 814.
Phrynozoma 814.
Phrynus 525.
Phthirius 599.
Phylactolaemata 696.
Phyllacanthus 330.
Phyllidiiden 674.
Phyllirhoë 674.
Phyllium 590.
Phyllodoce 413.
Phyllomedusa 799.
Phyllophorus 333.
Phyllopneuste 869.
Phyllopoda 450.
Phyllorhina 947.
Phyllosoma 510.
Phyllostoma 947.
Phylloxera 602.
Physa 673.
Physalia 297.
Physarum 12.
Physematium 225.
Physeter 913.
Physopoda 591.
Physophora 297.
Physophoridae 297.
Physostomi 774.
Phytometridae 613.
Phytophaga 625.
Phytophthires 599.
Phytoptus 538.
Pica 868.
Piculus 866.
Picus 866.
Pieris 616.
Pilidium 376.
Pillendreher 620.
Pilumnus 511.
Pilzfliegen 607.
Pilzkäfer 618.
Pilzkorallen 270.
Pilzmücken 609.
Pimpla 626.
Pinguine 860.
Pinna 651.
Pinnipedia 941.
Pinnotheres 512.
Piophila 606.
Pipa 798.
Pipra 868.
Pirates 603.
Pirol 868.
Pisa 511.
Pisces 740.
Piscicola 432.
Pisidium 650.
Pitheci 950.
Pithecia 953.
Placentalia 906.
Placophora 665.
Placuna 652.
Plagiaulax 900.
Plagiostomi 768.
Plagiotremata 811.
Planaria 348.
Planorbis 673.
Platalea 862.
Platodes 341.
Plattnasen 953.
Plattwürmer 341.
Platurus 823.
Platycercus 866.
Platycrinus 323.
Platydactylus 814.
Platygaster 626.
Platyhelminthes 341.
Platypeza 607.
Platyrrhini 953.
Platyscelus 488.
Plecotus 947.
Plectognathi 773.
Plesiarctomys 937.
Plesioraurus 825.
Pleurobranchaea 674.
Pleurobranchus 674.
Pleuroconchae 642.
Pleurodeles 796.
Pleurodonten 812.
Pleuronectes 776.
Pleurotoma 669.
Pliauchenia 928.
Plictolophus 866.
Pliohippus 921.
Pliolophus 921.
Pliopithecus 952.
Pliosaurus 825.
Ploceus 870.
Ploteres 603.
Plumatella 696.
Plumularia 290.
Plusia 614.
Pneumatophoridae 295.
Pneumodermon 677.
Pneumora 590.
Pockenbacterie 242.
Podiceps 859.
Podocerus 487.
Podocoryne 289.
Podophora 330.
Podophrya 241.
Podura 587.
Poëbrotherium 928.
Poëphaga 905.
Polarfuchs 939
Polargans 859.
Polia 377.
Polistes 629.
Pollicipes 476.
Polybostrichus 413.
Polycelis 348.
Polycera 674.
Polychaetae 408.
Polychrus 814.
Polycirrus 410.
Polycladen 348.
Polyclinidae 715.
Polyclinum 715.
Polycystinae 226.
Polycyttaria 226.
Polydesmus 553.
Polydora 415.
Polygordius 409.
Polynoë 412.
Polyommotus 615.
Polymostodon 900.
Polyphemus 456.
Polyphylla 620.
Polypi 258.
Polypmedusae 270.
Polypterus 772.
Polystomeen 357.
Polystomella 221.
Polystomum 359.
Polythalamien 220.
Polyxenus 553.
Polyzoa 690.
Polyzonium 552.
Pomacentrus 776.

Pompilus 628.
Pontobdella 432.
Pontonia 510.
Pontolimax 674.
Porcellana 511.
Porcellanschnecken 670.
Porcellio 492.
Porcus 925.
Porifera 248.
Porpita 298.
Portunus 511.
Potamochoerus 925.
Pottfisch 913.
Prachtkäfer 620.
Praniza 491.
Praya 295.
Priapulus 425.
Primates 950.
Prionus 618.
Pristis 769.
Proaelurus 941.
Proboscidea 932.
Probubalus 931.
Procamelus 928.
Procellaria 859.
Procervulus 929.
Procoelia 827.
Procrustes 621.
Procyon 939.
Prodremotherium 929.
Productus 702.
Proglottis 361.
Proneomenia 639.
Propithecus 949.
Prorastomus 931.
Prosimiae 948.
Prosobranchien 666.
Prosoponiscus 483.
Prosorhochmus 378.
Prostomum 347.
Protapirus 922.
Proteolepas 476.
Proteroglyphen 822.
Proterosaurier 816.
Proterosaurus 811.
Proteus 794.
Protococcaceen 229.
Protodrilus 409.
Protohippus 921.
Protopithecus 952.
Protopterus 781.
Protozoa 215.
Protula 415.
Proviverra 941.
Prunknattern 822.
Psammophis 822.
Psammosaurus 816.
Pselaphus 621.
Pseudaelurus 941.
Pseudis 799.
Pseudolemurinae 952.
Pseudonavicellen 243.
Pseudoneuroptera 591.
Pseudophyllidae 371.
Pseudopus 815.
Pseudoscorpionidea 523.
Pseudospora 226.
Pseudotetramera 618.
Pseudotrimera 618.
Psittacula 866.
Psittacus 866.
Psocus 592.
Psolus 333.
Psophia 861.
Psorospermien 244.
Psyche 615.
Psychoda 609.
Psylla 602.
Ptelodon 900.
Ptenoglossa 669.
Pterichthys 758.
Pteriptychus 917.
Pteroceras 670.
Pterocles 863.
Pterodactylus 817.
Pterodon 941.
Pteroglossus 865.
Pteromalus 626.
Pteromys 937.
Pteronarcys 594.
Pterophorus 613.
Pteropoden 675.
Pteroptus 539.
Pteropus 947.
Pterosaurier 817.
Pterotrachea 672.
Pterygotus 513.
Ptinus 620.
Ptychopleurae 815.
Ptychoptera 609.
Ptychozoon 814.
Pulex 610.
Pulmonaten 672.
Pupa 673.
Pupipara 607.
Pupperäuber 621.
Purpura 669.
Putorius 940.
Pycnogonum 540.
Pygocephalus 500.
Pygopodes 859.
Pygopus 815.
Pyralis 613.
Pyrophorus 620.
Pyrosoma 716.
Pyrrhocoris 603.
Pyrrhula 870.
Python 822.
Pythonomorpha 814.

Quadrilatera 512.
Quappe 776.
Querigel 330.
Quermäuler 768.
Quese 373.

Raben 868.
Racken 867.
Radiolaria 223.
Radspinnen 532.
Räderthiere 432.
Ragatherium 925.
Raja 769.
Rallus 861.
Rana 798.
Ranatra 603.
Randbläschenmedusen 290.
Randwanzen 605.
Ranella 670.
Rangifer 930.
Ranke 775.
Rankenfüssler 470.
Rapacia 412, 904.
Raphidia 595.
Raptatores 870.
Rasores 862.
Ratitae 871.
Raubbeutler 904.
Raubfliegen 608.
Raubmöve 859.
Raubthiere 937.
Raubvögel 870.
Rebhuhn 863.
Reblaus 602.
Recurvirostra 861.
Redie 353.
Reduvius 603.
Regenbremse 608.
Regenpfeifer 861.
Regenwürmer 418.
Regulus 869.
Reh 929.
Reihervögel 861.
Reniera 256.
Renilla 268.
Reptilia 799.
Retepora 698.
Rhabditis 392.
Rhabdocoela 346.
Rhabdonema 392.
Rhabdopleura 696.
Rhachiglossa 669.
Rhamphastus 865.
Rhamphodon 867.
Rhamphorhynchus 817.
Rhampostoma 827.
Rhea 872.
Rhesus 954.
Rhinobatus 769.
Rhinoceros 922.
Rhinocryptis 781.
Rhinolophus 947.
Rhinopoma 949.
Rhipidius 619.
Rhipidoglossa 669.
Rhipidogorgia 268.
Rhipophorus 619.
Rhizocephala 476.
Rhizocrinus 323.
Rhizoglyphus 537.
Rhizophaga 906.
Rhizopoda 216, 220.
Rhizostoma 285.
Rhizostomeae 284.
Rhizotrogus 620.
Rhodalia 297.
Rhodeus 775.
Rhodites 626.
Rhombus 776.
Rhopalocera 615.
Rhopalonema 290.
Rhopalura 865.

Rhyacophila 597.
Rhynchobdellidae 432.
Rhynchocephala 816.
Rhynchocoela 374.
Rhynchodesmus 348.
Rhynchonella 702.
Rhynchoprion 610.
Rhynchops 859.
Rhynchosaurus 816.
Rhynchosuchus 827.
Rhynchota 597.
Rhytina 932.
Riesenalk 859.
Riesenarmadill 915.
Riesenhai 769.
Riesenholzwespe 626.
Riesenschlangen 822.
Rindenkorallen 268.
Rindenläuse 602.
Rinderbremse 608.
Ringelechsen 818.
Ringelkrebse 481.
Ringelnatter 822.
Ringelspinner 614.
Ringeltaube 864.
Rippenquallen 298.
Rissoa 669.
Rochen 769.
Rodentia 934.
Röhrenbewohner 413.
Röhrenherzen 758.
Röhrenquallen 291.
Röhrenschnecken 654.
Röhrenspinnen 532.
Rohrhuhn 861.
Rohrsänger 869.
Rosalia 618.
Rossia 689.
Rostellaria 670.
Rotalia 221.
Rotatoria 432.
Rotifer 436.
Rotiferi 432.
Rotula 331.
Rückenfüsser 511.
Rückenschwimmer 603.
Rüsselegel 432.
Rüsselkäfer 169.
Rüsselmilben 539.
Rüsselthiere 932.
Rugosa 268.
Ruminantia 926.
Rundkrabben 511.
Rundmäuler 761.
Rundwürmer 378.
Rupicapra 930.
Rupicola 868.

Saateule 614.
Saatgans 859.
Saatmotte 613.
Sabella 415.
Sabellaria 415.
Saccharomyces 241.
Saccobranchus 775.
Saccocirrus 414.
Saccoglossa 674.
Sacconereis 413.
Sacculina 478.
Säbelschnäbler 861.
Sägefisch 769.
Säger 859.
Säuger 869.
Saenuris 418.
Säugethiere 874.
Sagartia 269.
Sagitta 393.
Saibling 775.
Saiga 930.
Salamandra 796.
Salamandrina 795.
Salangane 868.
Salmo 775.
Salpa 722.
Salpen 717.
Salpingoeca 231.
Saltatoria 590.
Salticus 532.
Saltigradae 531.
Sandaal 776.
Sandechsen 814.
Sander 777.
Sandfloh 610.
Sandkrebse 510.
Sandnattern 822.
Sandpfeifer 861.
Saperda 618.
Saphirina 468.
Sarcophaga 606.
Sarcophilus 904.
Sarcospylla 610.
Sarcoptes 537.
Sarcoramphus 871.
Sardine 774.
Sargus (Diptere) 608.
Sargus (Fisch) 777.
Sarsia 289.
Saturnia 615.
Satyrus (Affe) 954.
Satyrus (Schmetterling) 615.
Säugethiere 874.
Saugwürmer 349.
Sauronodon 825.
Saurii 811.
Sauropoda 816.
Sauropsiden 740.
Sauropterygii 825.
Saururae 833.
Saxicava 650.
Scalaria 669.
Scalops 944.
Scalpellum 476.
Scansores 865.
Scaphirhynchus 771.
Scaphopoda 652.
Scarus 776.
Scatophaga 606.
Scenopinus 608.
Schaben 589.
Schaf 930.
Schafzecke 607.
Schalenkrebse 492.
Schamkrabbe 511.
Schamlaus 599.
Schattenmücke 609.
Schaumcicade 602.
Schellfische 776.
Scheerenasseln 492.
Scheerenkrebse 510.
Scheltopusik 815.
Schiffsbohrwurm 649.
Schiffshalter 777.
Schildigel 330.
Schildkröten 827.
Schildläuse 599.
Schildschwänze 822.
Schildwanzen 603.
Schildwurf 915.
Schillerfalter 615.
Schimpanse 954.
Schirmquallen 282.
Schistocephalus 372.
Schizaster 331.
Schizomyceten 241.
Schizonemertini 377
Schizoneura 602.
Schizopoda 505.
Schizoprora 347.
Schizostomum 347.
Schläfer 936.
Schlangen 818.
Schlangendrachen 825.
Schlangenstern 328.
Schleie 775.
Schleimfische 778.
Schmalnasen 953.
Schmarotzerbiene 630.
Schmarotzerkrebse 467.
Schmelzschupper 770.
Schmerlen 775.
Schmetterlinge 610.
Schmuckvögel 868.
Schnabelfliegen 595.
Schnabelkerfe 597.
Schnabelthier 901.
Schnaken 609.
Schnellkäfer 620.
Schnepfenfisch 778.
Schnepfenfliegen 608.
Schnepfenvögel 861.
Schnurwürmer 374.
Scholle 776.
Schraubenbacterien 242.
Schreitwanzen 603.
Schröter 620.
Schuppensaurier 811.
Schuppenthier 914.
Schwärmer 615.
Schwalben 868.
Schwalbenschwanz 616.
Schwanzlurche 793.
Schwebfliegen 607.
Schwertfisch 777,912.
Schwertschwänze 514.
Schwimmkäfer 621.
Schwimmpolypen 291.

Schwimmvögel 858.
Sciaena 777.
Sciara 609.
Scincus 815.
Sciophila 609.
Sciuravus 937.
Sciurus 937.
Sclerodermi 773.
Sclerostomum 388.
Scolex 369.
Scolia 628.
Scolopax 861.
Scolopendra 551.
Scolopendrella 553.
Scomber 777.
Scomberesox 776.
Scopula 613.
Scorpaena 777.
Scorpio 523.
Scorpionidea 520.
Scorpionspinnen 524.
Scrupocellaria 697.
Scutellidae 331.
Scutigera 551.
Scyllaea 674.
Scyllarus 510.
Scyllium 769.
Scyphomedusae 273.
Scytale 822.
Sedentaria 413.
Seeanemonen 269.
Seefedern 268.
Seeforelle 775.
Seehund 942.
Seeigel 329.
Seekatze 768.
Seekühe 931.
Seescheiden 706.
Seeschildkröten 830.
Seeschwalbe 859.
Seesterne 325.
Seewalzen 331.
Seewolf 778.
Segelspitze 616.
Segestria 532.
Segler 868.
Seidenschwanz 869.
Seidenspinner 614.
Seison 436.
Seitenfalter 815.
Seitenschwimmer 776.
Selache 769.
Selachier 764.
Selenodonten 926.
Semaeostomeae 284.
Semitae 330.
Semnopithecus 954.
Sepia 689.
Sepiola 689.
Seps 815.
Sergestes 510.
Serialaria 697.
Serolis 491.
Serpentes 818.
Serpula 415.
Serranus 777.
Sertularia 290.
Sesia 615.
Setigera 925.
Sialis 595.
Sida 456.
Siebenschläfer 936.
Sigaretus 670.
Silberfischchen 587.
Silpha 621.
Silurus 775.
Simonea 536.
Simosaurus 825.
Simulia 609.
Singcicaden 602.
Singmücke 609.
Singschwan 858.
Siphonaptera 609.
Siphoniata 648.
Siphonophorae 291.
Siphonops 792.
Siphonostomata 467.
Siphonostomum 415.
Sipunculoiden 424.
Sipunculus 425.
Siredon 794.
Siren 794.
Sirenia 931.
Sirex 626.
Siriella 507.
Sitaris 619.
Sitta 869.
Sittace 866.
Sittich 866.
Sivatherium 930.
Smerinthus 615.
Smynthurus 587.
Solariidae 669.
Solarium 669.
Solaster 327.
Solea 776.
Solen 649.
Solenobia 613.
Solenoconchae 654.
Solenagastres 637.
Solenoglypha 823.
Solidungula 922.
Solifugae 523.
Solpuga 524.
Sonnenthierchen 222.
Sorex 944.
Spadella 394.
Spalax 936.
Spaltfüsser 505.
Spaltnapfschnecken 668.
Spaltschnäbler 867.
Spaltzüngler 815.
Spanner 613.
Sparidae 777.
Spatangidea 331.
Spatangus 331.
Spatularia 771.
Spechte 866.
Speckkäfer 621.
Sperlerpes 796.
Sperlingsvögel 870.
Spermophilus 937.
Sphaerodorum 413.
Sphaeroma 491.
Sphaeronectes 295.
Sphaeronites 324.
Sphaerophrya 241.
Sphaerotherium 553.
Sphaerozoum 226.
Sphaerularia 393.
Sphargis 831.
Spheniscus 860.
Sphenodon 816.
Sphex 628.
Sphingina 615.
Sphinx 615.
Spinacidae 769.
Spindelbaummotte 613.
Spinnen 525.
Spinner 614.
Spinnmilbe 531.
Spio 415.
Spirifer 702.
Spirillum 242.
Spirochaete 242.
Spirographis 415.
Spiroptera 383.
Spirorbis 415.
Spirostomum 240.
Spirula 689.
Spondylus 652.
Spongelia 256.
Spongia 255.
Spongiaria 248.
Spongilla 256.
Sporocyste 353.
Sporozoen 241.
Springbeutler 905.
Springkäfer 620.
Springmäuse 936.
Springschwänze 587.
Springspinnen 531.
Sprosser 869.
Sprott 774.
Spulwurm 387.
Spumella 229.
Squalides 768.
Squalodon 912.
Squalus 768.
Squamipennes 777.
Squatina 769.
Squatinorajidae 769.
Squilla 505.
Staare 868.
Stachelhäuter 303.
Stachelschwein 935.
Stäbchenbacterien 242.
Staphylinus 621.
Statoblasten 693.
Stauriden 268.
Staurocephalus 412.
Stechfliege 607.
Stechmücken 609.
Stechrochen 769.
Steckmuschel 651.
Steentrupia 288.
Steganophthalmata 277.
Steganopodes 859.
Stegocephalen 791.
Stegosaurier 817.
Steinbutt 776.
Steinpitzger 775.
Steinschwämme 256

Steisshühner 863.
Stelleridea 327.
Stellio 814.
Stelmatopoda 697.
Stelzvögel 860.
Steneosaurier 827.
Stenops 949.
Stenorhynchus 511.
Stenostoma 821.
Stentor 240.
Stephalia 297.
Stephanoceros 435.
Stephanosphaera 230.
Sterlet 771.
Sterna 859.
Sternkorallen 269.
Sternwürmer 419.
Stichling 717.
Stichopus 333.
Stiletfliegen 608.
Stint 775.
Stockente 859.
Stör 771.
Storch 862.
Stomatopoda 503.
Stomoxys 607.
Strandschnecken 669.
Stratiomys 608.
Strausse 872.
Strepsiceros 930.
Strepsiptera 621.
Stridulantia 602.
Strigops 866.
Strix 870.
Strobila 277.
Strombus 670.
Strongylocentrotus 330.
Strongylozoma 553.
Strongylus 387.
Strudelwürmer 342.
Struthio 872.
Struthiomorphi 871.
Stubenfliege 606.
Sturmschwalbe 859.
Sturmvögel 859.
Sturnus 868.
Stutzkäfer 621.
Stylaria 419.
Stylaster 289.
Stylochus 348.
Stylommatophora 673.
Stylonychia 241.
Stylops 622.
Stylorhynchus 244.
Stypolophus 941.
Suberites 256.
Subungulata 935.
Succinea 673.
Suctoria 241.
Süsswasserpolyp 289.
Süsswasserschildkröten 831.
Süsswasserspongien 256.
Sula 859.
Sumpfvögel 860.
Surnia 870.
Sus 925.
Sycaltis 256.
Sycandra 256.
Sycetta 256.
Sycilla 256.
Sycon 256.
Sycortis 256.
Syculmis 256.
Sycyssa 256.
Syllis 413.
Sylvia 869.
Symbiose 10.
Symbiotes 537.
Symphylen 553.
Synapta 333.
Synascidiae 715.
Syncoryne 289.
Syngnathus 773.
Synotus 947.
Syrnium 870.
Syrphus 607.
Syrrhaptes 863.
Sytemodon 922.

Tabanus 608.
Tachina 608.
Tachypetes 859.
Tadorna 859.
Taenia 373.
Taenioglossa 669.
Taenioideae 778.
Tagfalter 615.
Talitrus 487.
Talpa 944.
Tamias 937.
Tanais 492.
Tanystomata 608.
Tanzfliegen 608.
Tapes 651.
Tapetenmotte 613.
Tapezirspinne 531.
Taphozous 947.
Tapirus 922.
Tarantelspinne 532.
Tardigrada 540.
Tarsipes 905.
Tarsius 949.
Taschenkrebs 511.
Tauben 862.
Taubenschwanz 615.
Taucher 859.
Taurina 931.
Tausendfüsse 545.
Taxodontes 650.
Tectibranchia 674.
Tegenaria 532.
Teichhuhn 861.
Teichmuschel 650.
Tejueidechsen 815.
Tejus 816.
Teleas 626.
Teleosaurier 827.
Teleostei 772.
Telephorus 620.
Telepsavus 415.
Tellina 651.
Telotrocha 411.
Tenebrio 619.
Tenthredo 626.
Tenuirostres 867.
Terebella 415.
Terebra 669.
Terebrantia 625.
Terebratula 702.
Terebratulina 702.
Teredo 649.
Tergipes 674.
Termes 593.
Termiten 592.
Terricolae 418.
Tesselata 323.
Tessera 281.
Tesserantha 281.
Testicardines 702.
Testudo 831.
Tethyodea 706.
Thethys 674.
Tetrabranchiata 687.
Tetracorallia 268.
Tetractinellidae 256.
Tetrameralia 279.
Tetranychus 539.
Tetrao 863.
Tetraphyllidae 373.
Tetraplasten 229.
Tetrapneumones 531.
Tetrarhynchus 373.
Tetrastemma 378.
Tetrodon 774.
Tettigonia 602.
Tettix 590.
Textularia 221.
Thais 616.
Thalassema 424.
Thalassicolla 225.
Thalassidroma 859.
Thalassina 511.
Talassochelys 830.
Thaliacea 717.
Thamnocnidia 290.
Thecidium 702.
Thecla 615.
Thecodontia 816.
Thecosomata 677.
Thelyphonus 525.
Thereva 608.
Theridium 532.
Theriodonten 168.
Theropoda 817.
Thomisus 532.
Thoracostraca 492.
Thrips 591.
Thunfisch 777.
Thylacinus 905.
Thylacoleo 904.
Thymallus 775.
Thynnus 777.
Thyone 333.
Thysanopoda 507.
Thysanozoon 348.
Thysanura 587.
Tichodroma 867.
Tiedemannia 677.
Tillodonten 167.
Tillotherium 167.
Tima 290.
Tinca 775.
Tinea 613.
Tinohyus 925.
Tipula 609.

Tipulariae 608.
Titanotherium 920.
Todtengräber 621.
Todtenkopf 615.
Todtenuhr 620.
Tölpel 859.
Tomopteris 413.
Tordalk 859.
Tornaria 334.
Torpedo 769.
Tortrix (Schlange) 822.
Tortrix (Schmetterling) 613.
Totanus 861.
Toxodon 917.
Toxoglossa 669.
Toxopneustes 330.
Toxotes 777.
Trachelius 240.
Trachinus 777.
Trachymedusae 290.
Trachynema 290.
Trachypterus 778.
Trachys 620.
Tragulus 928.
Trappe 861.
Trematodes 349.
Tremoctopus 689.
Triaenophorus 372.
Trichechus 943.
Trichina 389.
Trichocephalus 388.
Trichodectes 592.
Trichodes 620.
Trichodina 241.
Trichoglossus 866.
Trichomonas 228.
Trichoptera 597.
Trichosomum 389.
Trichosurus 905.
Trichotrachelidae 388.
Tricladen 348.
Tridacna 650.
Trigla 777.
Trigona 631.
Trigonia 650.
Trilobiten 516.
Tringa 861.
Trionyx 831.
Triphaena 614.
Tristomum 358.
Tritylodon 900.
Triton 795.
Tritonia 674.
Tritonium 670.
Tritonshörner 670.
Trochilium 615.
Trochilus 867.
Trochus 669.
Troctes 592.
Troglodytes (Affe) 954.
Troglodytes (Vogel) 869.
Trogon 866.
Trogus 626.
Trombidium 539.
Trompetenfisch 778.
Trompetenvogel 861.
Tropidonotus 822.
Tropidurus 814.
Tropikvogel 859.
Trupial 868.
Truxalis 590.
Trygon 769.
Trypeta 606.
Tubicinella 476.
Tubicolae 413.
Tubicolaria 435.
Tubicolidae 649.
Tubifex 418.
Tubipora 269.
Tubitelae 532.
Tubularia 290.
Tubulipora 697.
Tubuliporidae 697.
Tukane 865.
Tummler 912.
Tunicata 702.
Turbanigel 330.
Turbellaria 342.
Turbinolia 269.
Turbo 669.
Turdus 869.
Turritella 669.
Turtur 864.
Tylenchus 392.
Tylopoda 928.
Typhis 488.
Typhlops 821.
Typhlosolis 416.
Tyroglyphus 537.
Uferspinne 532.
Ulothrix 12.
Umbellula 268.
Umberfische 777.
Umbra 775.
Umbrella 674.
Umbrina 777.
Unau 915.
Ungulaten 915.
Unio 650.
Unpaarzeher 917.
Upupa 867.
Uranoscopus 777.
Urax 863.
Uria 860.
Uroceridae 626.
Urodela 793.
Uromastix 814.
Uropeltis 822.
Ursus 939.
Urthiere 215.
Utsel 942.
Valvata 669.
Vampyrella 229.
Vampyrus 947.
Vanellus 861.
Vanessa 615.
Varanus 816.
Vaucheria 12.
Velella 298.
Velia 603.
Ventriculitiden 257.
Venus 651.
Veretillum 268.
Vermes 336.
Vermetus 669.
Vermilinguia 817, 914.
Veronicella 673.
Vertebrata 722.
Vesicularia 697.
Vesiculatae 290.
Vespa 629.
Vespertilio 947.
Vesperugo 947.
Vexillum 303.
Vibrio 242.
Viereckskrabben 512.
Vioa 256.
Vipera 823.
Viverra 939.
Vögel 831.
Vogelspinnen 531.
Voluta 669.
Volvox 230.
Vortex 347.
Vorticella 241.
Vultur 871.
Wabenkröte 798.
Wachtel 863.
Wachtelkönig 861.
Waffenfliegen 608.
Waldheimia 702.
Walfische 910.
Waller 775.
Walross 943.
Walzenspinnen 523.
Wanderheuschrecke 590.
Wanderratte 936.
Wandertaube 864.
Wanzen 603.
Warneidechsen 816.
Warzenschwein 925.
Wasserassel 491.
Wasserechsen 823.
Wasserflöhe 453.
Wasserfrösche 798.
Wasserhühner 861.
Wasserjungfern 594.
Wasserläufer 603.
Wassermilben 539.
Wasserralle 861.
Wasserratte 936.
Wassersalamander 795.
Wasserschlangen 823.
Wasserscorpione 603.
Wasserspinne 532.
Wasserwanzen 603.
Weber 870.
Weberknecht 534.
Webspinnen 532.
Wehrvogel 861.
Weichthiere 631.
Weinschwärmer 615.
Weisslinge 616.
Weizenälchen 392.
Weizenfliege 606.
Wellenpapagei 866.
Welse 775.
Wendehals 866.

Werre 591.
Wespe 629.
Wickelschlangen 822.
Wickler 613.
Wiedehopf 867.
Wiederkäuer 926.
Wimperinfusorien 232.
Windig 615.
Winkelspinne 532.
Wirbelthiere 722.
Wirtelschleichen 815.
Wisent 931.
Wolfspinnen 532.
Wombat 906.
Wühlmäuse 936.
Würfelnatter 822.
Würger 868.
Würmer 336.
Wurfmäuse 936.
Wurmschlangen 821.
Wurmzüngler 817.
Wurzelkrebse 476.

Xantho 511.
Xenopus 798.
Xenos 622.
Xiphias 777.
Xiphodon 926.
Xiphosura 514.
Xylocopa 630.
Xylophaga 620.
Xylophagus 608.
Xylotomae 608.

Yak 931.
Yponomeuta 613.

Zabrus 621.
Zahnarme 913.
Zahnkarpfen 775.
Zahnschnäbler 868.
Zahntaube 864.
Zahnwale 912.
Zamenis 822.
Zanclodon 817.
Zaunkönig 869.
Zebu 931.
Zecken 538.
Zerene 614.
Zetodon 917.
Zeuglodon 912.
Zeugobranchia 667.
Zeus 777.
Zeuzera 615.
Ziegenmelker 868.
Ziernasen 947.
Ziesel 937.
Zirpen 602.
Zitteraal 774.
Zitterrochen 769.
Zitterwels 775.
Zoantharia 269.
Zoanthus 269.
Zoarces 778.
Zoëa 498.
Zonurus 815.
Zoogloea 242.
Zoophyta 244.
Zoosporeen 228.
Zoothamnium 241.
Zuckergast 587.
Zünsler 613.
Zunge 776.
Zungenwürmer 541.
Zweiflügler 603.
Zwergmaus 936.
Zwergmöve 859.
Zygaena (Fisch) 769.
Zygaena (Schmetterling) 615.

Druck von R. v. Waldheim in Wien.